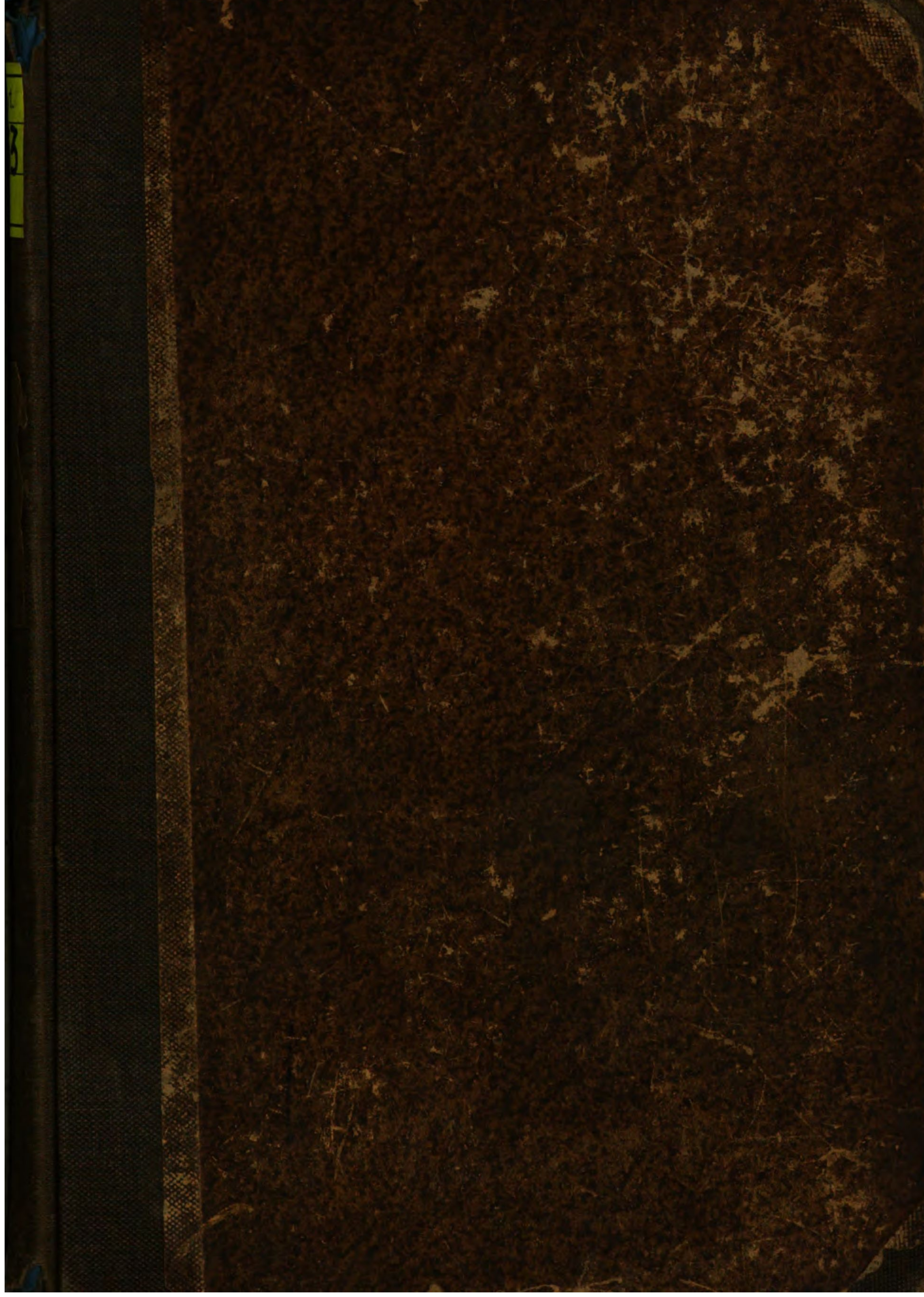




Pyt.

533 *2*

Grant

LEHRBUCH DER BOTANIK

FÜR MITTELSCHULEN.

FEHRBUCH DER BOTANIK

FÜR MITTEL- UND NIEDER-DEUTSCHLAND

LEHRBUCH
DER
BOTANIK

FÜR MITTELSCHULEN.

VON

DR. K. PRANTL,

PRIVATDOCENT UND ASSISTENT AM BOTANISCHEN INSTITUT
ZU WÜRZBURG.

BEARBEITET UNTER ZUGRUNDELEGUNG DES LEHRBUCHS DER BOTANIK VON JUL. SACHS.

MIT 186 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1874.

RECHENKUNST
DER
BOXTA
K

VERMISCHTE



Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen ist vorbehalten.

MIT 186 FIGUREN IN HOLZSCHNITT

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1871

V o r w o r t.

Der Gedanke, ein Lehrbuch der Botanik für Mittelschulen zu bearbeiten, welches die wichtigsten Ergebnisse ungefähr in dem Sinne, wie es in dem Lehrbuche von Sachs geschehen ist, darböte, ist von dem Herrn Verleger ausgegangen. Indem ich mich dieser Aufgabe um so lieber unterzog, als mir dabei der Rath und die Beihülfe des Herrn Prof. Sachs nicht fehlte, konnte ich mir nicht verhehlen, dass ein etwaiger blosser Auszug aus dem Werke Sachs' den Anforderungen eines Schulbuches kaum entsprechen würde, dass es vielmehr nöthig werden dürfte, wenigstens in einzelnen Partien wesentliche Aenderungen vorzunehmen. In Folgendem will ich kurz angeben, inwiefern dies geschehen ist.

Vor Allem schien es gerade für diesen Zweck wünschenswerth, die Physiologie mit der Anatomie und Morphologie in nähere Verbindung zu bringen. Konnte in diesem Theile, den wir als die allgemeine Botanik zusammenzufassen pflegen, eine enge Anlehnung an das Lehrbuch von Sachs stattfinden, so schien es dagegen gerathen, in der speciellen Botanik umfassendere Aenderungen vorzunehmen, da die Kenntniss der einzelnen Pflanzenformen gerade für den Schüler eine Hauptsache ist, während diese dagegen im genannten Lehrbuch bereits vorausgesetzt wird. Dieser Behandlung entsprechend, war mir hier auch mehr Gelegenheit geboten, nach Inhalt und Darstellung selbstständiger vorzugehen.

Im System der Phanerogamen bin ich zwar vorzugsweise den im Sachs'schen Lehrbuche gegebenen Andeutungen gefolgt, glaubte jedoch die dort am Schlusse aufgeführten zweifelhaften Familien der Dicotyledonen unter die anderen, wenn auch bisweilen etwas ge-

waltsam, einreihen zu müssen, da viele derselben durch ihre zahlreiche Vertretung und Anwendung sicher nur ungern in einer zusammenhängenden Aufzählung der wichtigsten Pflanzen vermisst würden.

Indem ich die Gamopetalen an den Schluss der Dicotylen stellte und die Perigynen unter die Tetracyclae mit einbezog, versuchte ich das System in etwas nähere Uebereinstimmung mit den anderen vielfach benützten Systemen (Decandolle, Endlicher) zu bringen und dadurch dem Anfänger, der ja nebenbei noch Floren benutzen muss, die Orientirung zu erleichtern.

Da die Charakteristik der Ordnungen und Familien der Phanerogamen wesentlich auf dem Blütenbau beruht, so schien es, zumal im Interesse der gebotenen Kürze, zweckmässig, die Blüten-Formeln nach der von Sachs eingeschlagenen Methode zu erweiterter Geltung zu bringen. Die morphologischen Angaben, welche als Grundlage für die Aufstellung neuer Formeln dienen mussten, habe ich zumeist den bekannten Werken von Payer, Döll, Decaisne und Maout und Endlicher entnommen.

Die Abbildungen wurden zum grössten Theile aus dem Lehrbuche von Sachs herübergenommen; es kamen hiezu noch 48 neue Holzschnitte, welche, zum Theil in schematischen Figuren, das Verständniss erleichtern sollen. Von einer weiter gehenden Vermehrung der Abbildungen in der Systematik der höheren Pflanzen glaubte ich Umgang nehmen zu müssen, da hier die Demonstration des Lehrers an lebendem Material weit bessere Dienste leistet, als die sorgfältigste Abbildung, und zudem kein Ende in der Auswahl abzusehen gewesen wäre.

Würzburg,
botanisches Institut, im Januar 1874.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Erster Theil.

Die Structur und äussere Form der Pflanzen im Allgemeinen.

	Seite
Erstes Kapitel. Die Zelle	4
Zweites Kapitel. Die Gewebe	44
Drittes Kapitel. Die äussere Gestalt	32

Zweiter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

Erstes Kapitel. Chemische Vorgänge in der Pflanze	48
Zweites Kapitel. Die Bewegungen des Wassers und der Gase in der Pflanze	58
Drittes Kapitel. Das Wachsthum	62
Viertes Kapitel. Die Reizbewegungen ausgewachsener Organe	68
Fünftes Kapitel. Allgemeine Lebensbedingungen der Pflanze	70
Sechstes Kapitel. Die Fortpflanzung und der Generationswechsel	74

Dritter Theil.

Systematische Uebersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung	76
Erste Gruppe. Die Thallophyten	80
Classe I. Die Algen	80
- II. Die Pilze	88
Zweite Gruppe. Die Muscineen	103
Classe III. Die Lebermoose	107
- IV. Die Laubmoose	110

	Seite
Dritte Gruppe. Die Gefäßkryptogamen	443
Classe V. Filicinen	446
- VI. Equisetinen	422
- VII. Lycopodinen	423
Vierte Gruppe. Die Phanerogamen	426
Abtheilung A. Classe VIII. Die Gymnospermen	431
- B. Die Angiospermen	437
Classe IX. Die Monocotyledonen	459
- X. Die Dicotyledonen	477

Erster Theil.

Die Structur und äussere Form der Pflanzen im Allgemeinen.

§. 1. Die Pflanzen bestehen aus Zellen oder zum Theil aus solchen Gebilden, welche durch Veränderung von Zellen entstanden sind. Die Pflanzentheile lassen ihren zelligen Bau leicht erkennen, indem man schon bei schwacher Vergrösserung auf einem Schnitt zahlreiche Hohlräume wahrnimmt, die von festen Wänden getrennt werden. Manchmal gelingt es, die hier zu einem Gewebe fest verbundenen Zellen durch blossen Druck von einander zu trennen, z. B. in den reifen Schneebeeren (den Früchten von *Symphoricarpus racemosa*); hier erscheinen sie dann als geschlossene, mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen. Gewisse Zellen kommen immer isolirt vor; so besteht z. B. der Blütenstaub aus lauter einzelnen Zellen. Aus den Geweben in verschiedener Gruppierung sind die Organe aufgebaut, deren Anordnung und Form die äussere Gestalt der Pflanzen bedingt. Das Wachsthum dieser Organe wird durch Vermehrung und Vergrösserung der Zellen bewirkt.

Erstes Kapitel.

Die Zelle.

§. 2. **Theile und Form der Zelle.** An der hinreichend entwickelten lebenden Zelle (Fig. 1. C) unterscheiden wir folgende drei Hauptbestandtheile:

1) eine feste, elastische, allseitig geschlossene Haut, die Zellhaut (Zellwand, Membran, Fig. 1. C h), welche aus einem ihr eigenthümlichen Stoffe, der Cellulose, besteht;

2) eine dieser innen anliegende, ebenfalls allseitig geschlossene Schicht aus weicher Substanz, welche immer eiweissartige Stoffe enthält, das Protoplasma (Fig. 1. C p); diesem eingebettet findet sich bei allen höheren Pflanzen der Zellkern (Fig. 1. C k);

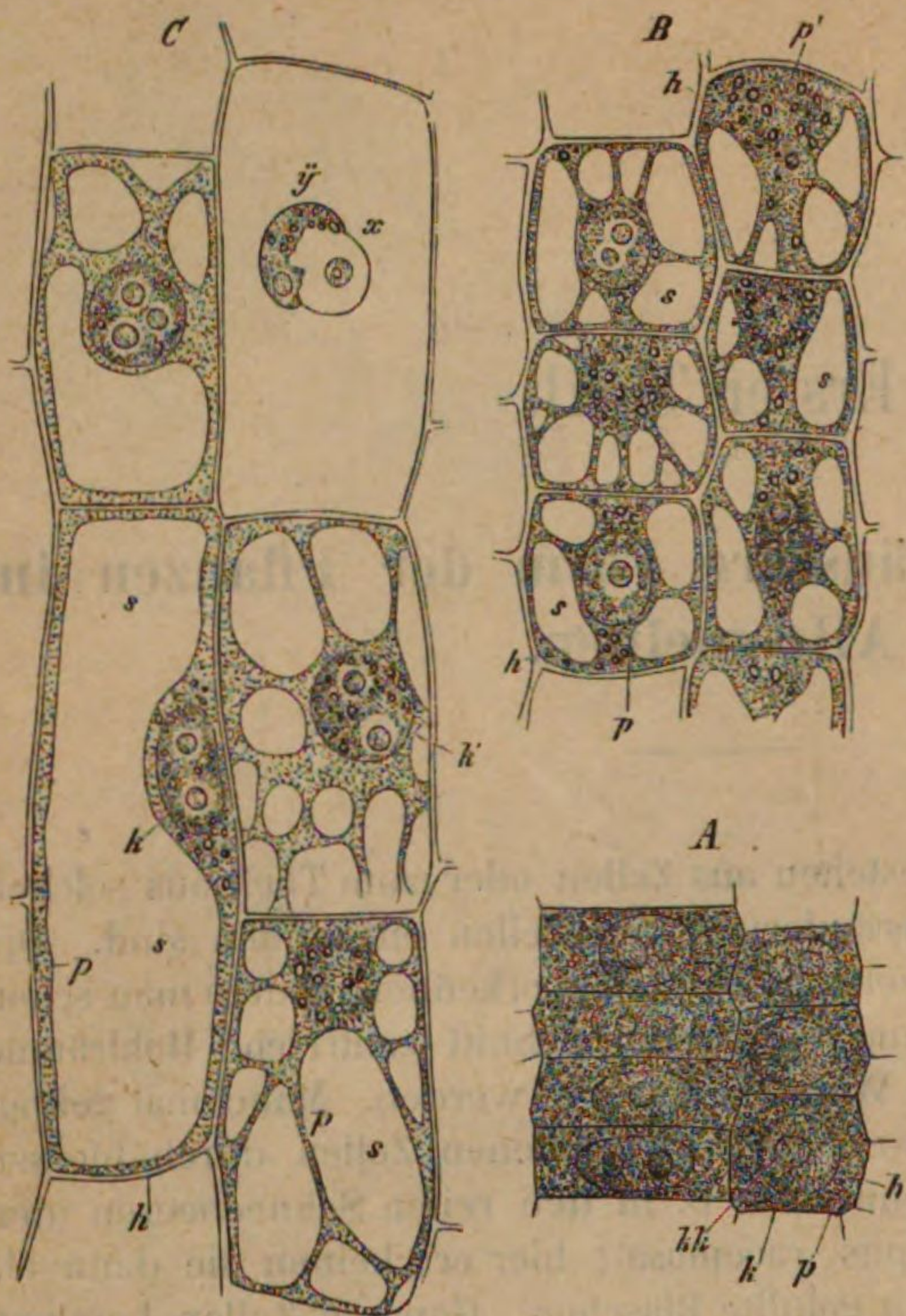


Fig. 1. Zellen mit ihren Hauptbestandtheilen, Längsschnitt aus der Wurzelrinde von *Fritillaria imperialis*, (550mal vergr.). *h* Zellhaut; *p* Protoplasma; *k* Zellkern; *kk* Kernkörperchen; *s* Zellsaft; *A* ganz junge Zellen, noch ohne Safttraum; *B* etwas älter mit Vacuolen; *C* fertig ausgebildet; die beiden rechts unten von der Vorderfläche, die grosse links im Durchschnitt gesehen (nach Sachs).

3) eine wässrige Flüssigkeit, welche den vom Protoplasmakörper umschlossenen Hohlraum ausfüllt, den Zellsaft (Fig. 1. *C s*).

Dieselben Zellen, an welchen wir eben diese drei Theile unterscheiden lernten, haben aber im jüngeren Zustande, so lange sie noch viel kleiner sind (Fig. 1. *A*), ein anderes Aussehen; hier erfüllt das Protoplasma die ganze Zelle; der Zellsaft stellt sich erst im Verlaufe der Entwicklung ein (Fig. 1 *B*), anfangs in Form von kleinen Tropfen, welche Vacuolen genannt werden. Diese wachsen, während die ganze Zelle an Umfang zunimmt, allmählich an und fliessen mit einander zusammen, indem die sie trennenden Protoplasma-bänder in die wandständige Schicht zurückfliessen.

Hiermit haben dann die hier betrachteten Zellen, welche als Beispiel für die in vielen saftigen Pflanzentheilen, als Rinden von Stengeln und Wurzeln, Früchten vorkommenden gelten können, ihren definitiven Zustand erreicht, in welchem sie bis zum Tode des betreffenden Organs verbleiben. Andere Zellen, wie z. B. die des Holzes, des Korkes, durchlaufen denselben Zustand, verändern sich aber noch weiter, indem Zellsaft und Protoplasma schwinden und sich zuletzt nur Luft oder Wasser innerhalb der Membran vorfindet. Während nun aber die ersteren, mit Protoplasma ausgestatteten Zellen im Stande sind, diosmotische und chemische Processe zu unterhalten, unter besonderen Umständen neue Zellen zu erzeugen, d. h., kurz zusammengefasst, zu leben, sind die fertigen protoplasmaleeren Holzzellen dieser Functionen nicht mehr fähig; sie nützen nur noch durch die Festigkeit und andere physikalische Eigenschaften der Membran. Der Protoplasmakörper ist daher als der lebendige Leib der Zelle zu betrachten. Ja es gibt Zellen, welche in der ersten

Zeit nach ihrer Entstehung nur nackte hautlose Protoplastmakörper sind, und gerade sie erscheinen bei der wichtigsten Lebensäusserung des Organismus, bei der Fortpflanzung. Solche Zellen werden als Primordialzellen bezeichnet (s. z. B. Fig. 16 C). Sie umgeben sich später mit einer Membran, welche aus dem Protoplastmakörper ausgeschieden wird. Hier zeigt sich am deutlichsten, dass sowohl die Membran, als der Zellsaft Producte der Thätigkeit des Protoplasma sind. Man hat daher das Wesen der Zelle dadurch auszudrücken gesucht, dass man sie als einen lebendigen Protoplastmakörper bezeichnet, der sich gewöhnlich mit einer festen Haut umgibt und Saft in sich aufnimmt.

So verschiedenartig die innere Ausbildung der Zellen ist, ebenso mannigfaltig ist auch ihre Grösse und Gestalt. Während einzelne Zellen so klein sind (etwa 0,004 Millimeter im Durchmesser), dass man selbst mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann,

erreichen andere eine bedeutendere Grösse (etwa 0,4 bis 0,5 Mill.), so dass sie selbst mit blossen Auge unterscheidbar sind (z. B. im

Mark von Dahlia, Impatiens, des Hollunders Sambucus); manche wachsen zu einer Länge von mehreren Centimetern an, wie z. B. die Haare der Baumwolle; einzelne endlich, nämlich bei einigen Algen, wo das ganze Individuum von der einzigen Zelle gebildet wird, nehmen noch grössere Dimensionen an.

Die Gestalt solcher Zellen, welche das ganze Pflanzenindividuum

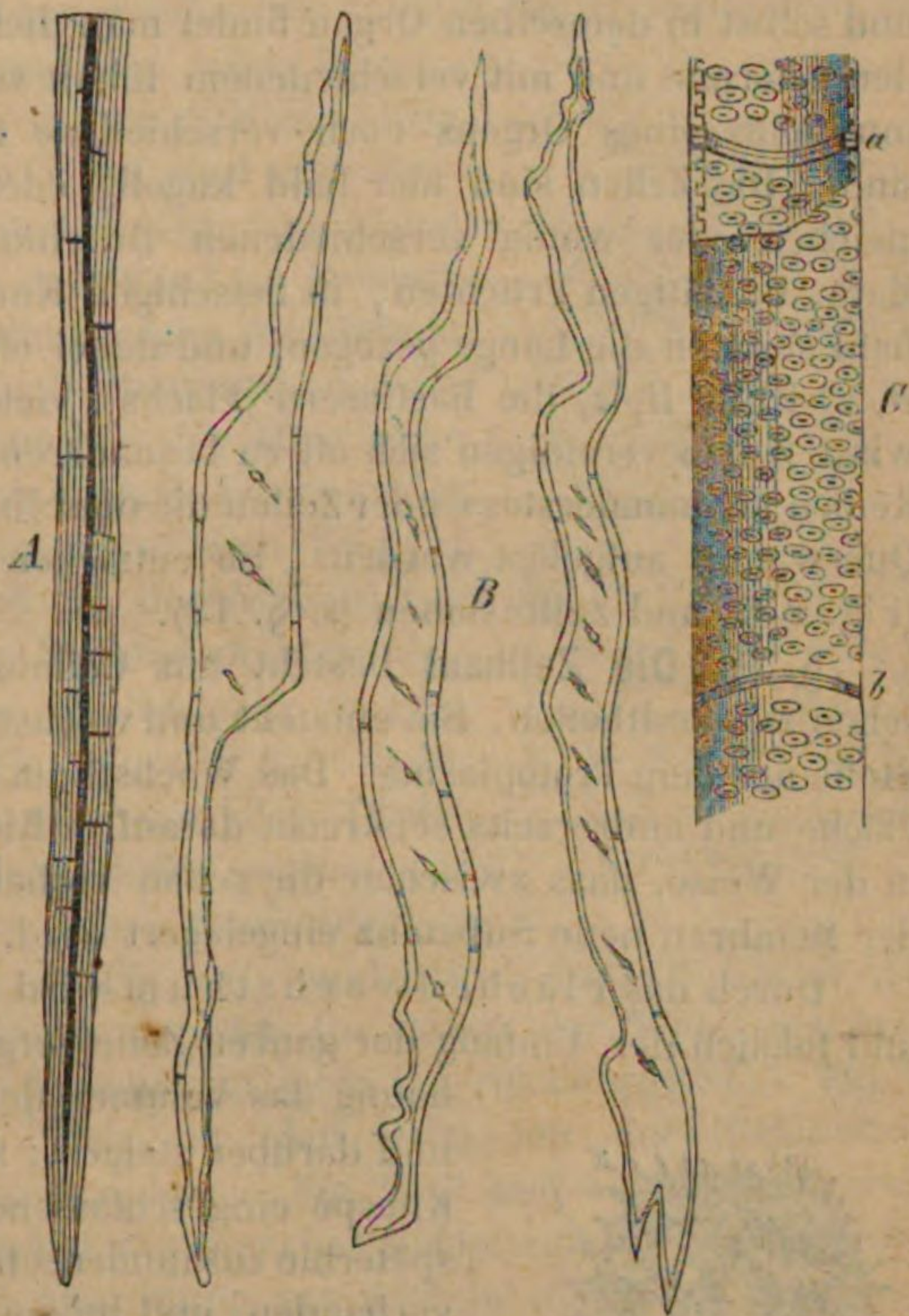


Fig. 2. Verschiedene Zellformen. A Ende einer Bastfaser mit stark verdickter, getüpfelter Wand, im Längsschnitt 300mal vergr. B Holzzellen aus der Wurzel der Kürbispflanze 300mal vergr. Flächen- und Durchschnittsansicht. C Stück eines gehöftgetüpfelten Gefässes aus dem Stamm von *Helianthus tuberosus* 300mal vergr., durch den Schnitt oben geöffnet; bei a und b die Reste der aufgelösten Querwände.

vorstellen, ist oft ziemlich regelmässig rundlich, eiförmig oder schlauchförmig; sie kann aber auch die reichste Gliederung erfahren, indem verschiedene Ausstülpungen einer und der nämlichen Zelle ganz verschiedene Formen annehmen. Die hochorganisirten Gewächse bestehen schon äusserlich betrachtet aus sehr verschiedenen Theilen oder Organen, welchen ganz verschiedene Lebensverrichtungen zugewiesen sind; dementsprechend bestehen auch diese Organe aus sehr verschiedenen Zellen, und selbst in demselben Organ findet man dicht nebeneinander verschiedenen geformte und mit verschiedenem Inhalt versehene Zellen, weil eben innerhalb eines Organs noch verschiedene Lebensverrichtungen nöthig sind. Die Zellen sind hier bald kugelig oder polyedrisch mit ziemlich gleichen oder wenig verschiedenen Durchmessern (Fig. 1 C, z. B. im Mark, in saftigen Früchten, in fleischigen Knollen, wie in der Kartoffel), bald stark in die Länge gezogen, und dabei oft sehr schmal (Fig. 2 A und B, z. B. im Holz, die Bastfasern [Flachs], viele Haare, Baumwolle). Gewisse Zellen vereinigen sich oft zu besonderen Organen, indem in ganzen Reihen aneinanderstossender Zellen die dieselben von einander trennenden Querwände aufgelöst werden. So entstehen die sogenannten Gefässe (Fig. 2 C) und Zellfusionen (s. §. 13).

§. 3. **Die Zellhaut** besteht aus Cellulose, Wasser und unorganischen Bestandtheilen. Sie entsteht und wächst durch Ausscheidung dieser Stoffe aus dem Protoplasma. Das Wachsthum findet statt in Richtung der Fläche und andererseits senkrecht darauf in Richtung der Dicke, und zwar in der Weise, dass zwischen die schon vorhandenen kleinsten Theilchen der Membran neue Substanz eingelagert wird.

Durch das Flächenwachsthum wird die Oberfläche der Zellhaut und folglich der Umfang der ganzen Zelle vergrössert, so zwar, dass sich häufig das Volumen der Zelle auf das Hundertfache und darüber steigert; so sind z. B. in einem in der Knospe eingeschlossenen Blatt die dasselbe auch späterhin zusammensetzenden Zellen schon jetzt alle vorhanden, und indem diese sämmtlich ihr Volumen vergrössern, erhält das Blatt seine definitive Grösse. In den wenigen Fällen, wo das Flächenwachsthum an allen Puncten gleich gross ist, behält die Zelle dabei ihre ursprüngliche Gestalt; gewöhnlich jedoch wächst die Haut an einzelnen bestimmten Partien stärker und so kann z. B. eine anfangs kugelige Zelle würfelförmig, tafelförmig, cylindrisch, schlauch- bis faserförmig u. s. w. werden.

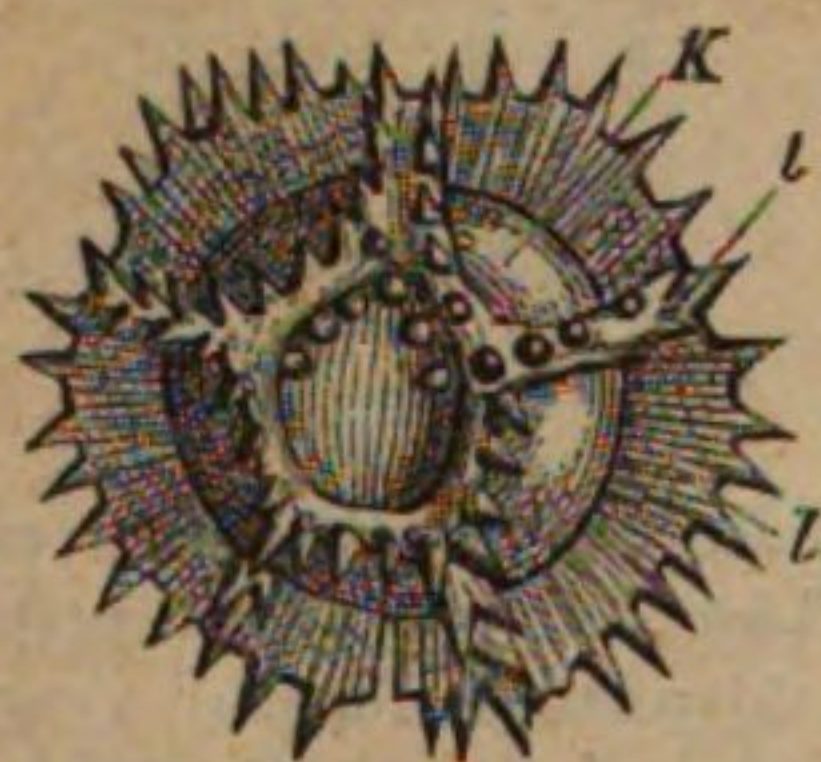


Fig. 3. Verdickungen auf der Aussenfläche der Zellhaut. Eine Zelle des Blütenstaubes von *Cichorium jntybus* 500mal vergr. Die fast kugelige Oberfläche (K) ist mit netzartig verbundenen stacheligen Leisten (l) besetzt (nach Sachs).

Ebenso ist das Dickenwachsthum der Zellhaut selten gleichmässig; gewöhnlich nimmt sie an einzelnen Stellen an Dicke mehr zu als an anderen und erhält so Unebenheiten ihrer Fläche. An freiliegenden

Zellen oder freien Wänden springen die so entstehenden Erhabenheiten auf der Aussenfläche vor in Gestalt von Warzen, Buckeln, Knoten, Stacheln, Leisten u. s. w. (Fig. 3 und 15 H). Die zu Geweben verbundenen Zellen besitzen die Unebenheiten auf der Innenseite der Wand; bald springen die Erhabenheiten in bestimmter Form gegen das Innere vor, so die ringförmigen (Fig. 4 r) und spiraligen (Fig. 4 s) Verdickungen gewisser Gefässwände; bei der sogenannten netzförmig verdickten Wand sind leistenförmige Verdickungen netzartig unter einander verbunden, so

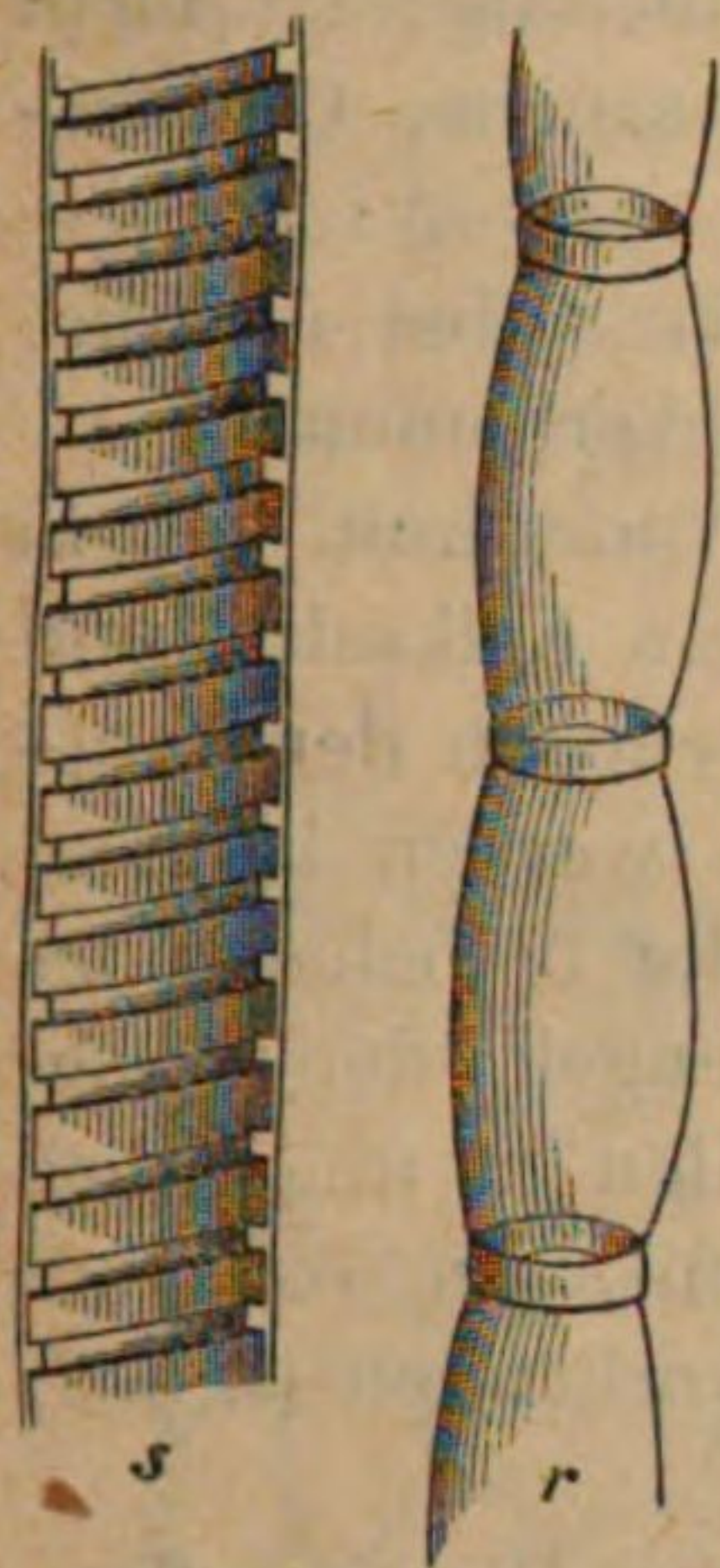


Fig. 4. r ringförmige, s spiralförmige Verdickung der Gefässwände, r von aussen gesehen, s im Längsschnitt (stark vergr., schematisch).

dass rundliche oder langgezogene dünne Stellen übrig bleiben; bald sind aber einzelne, verhältnissmässig kleine Stellen der Wand im Dickenwachsthum gegen die übrigen zurückgeblieben und erscheinen dann von der Oberfläche gesehen als helle Flecken oder Tupfen, gewöhnlich Tüpfel genannt, im Durchschnitt bei grosser Mächtigkeit der verdickten Wandpartien als Canäle (Fig. 5 und 2 B). Sehr häufig erscheint der Tüpfel von der Fläche gesehen in Form zweier concentrischer

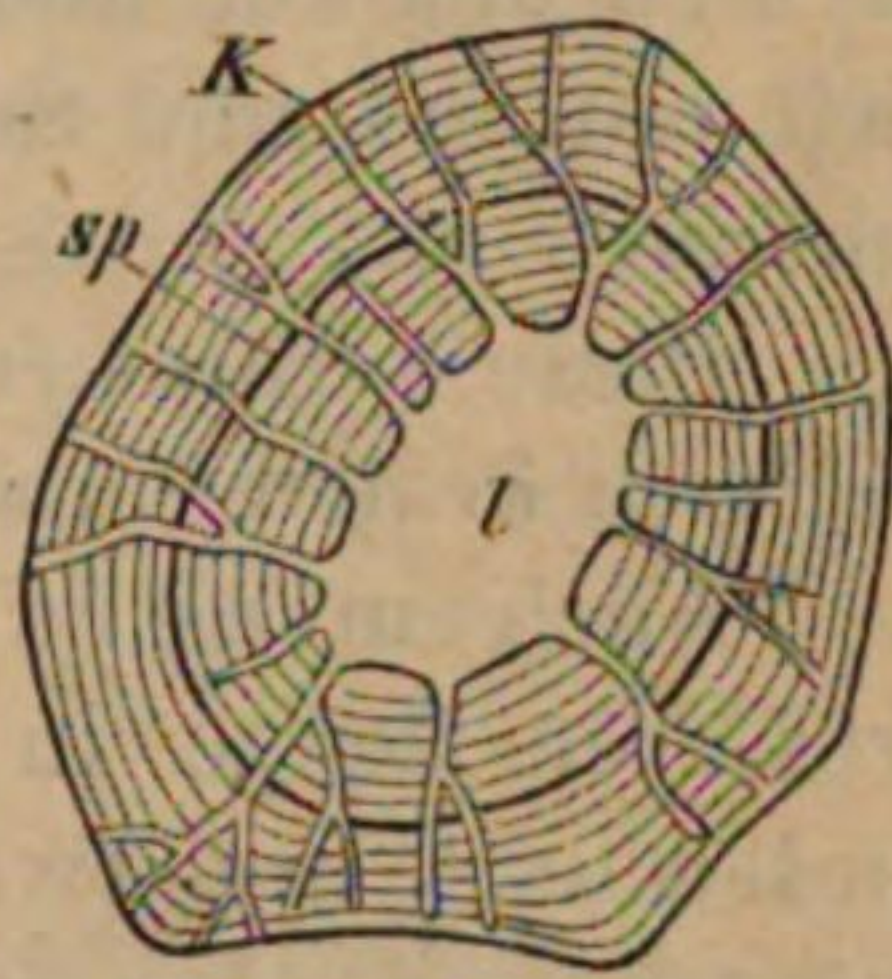


Fig. 5. Tüpfelcanäle. Querschnitt einer Bastzelle aus der Wurzel von *Dahlia variabilis* (800mal vergr.) l die Zellhöhle; k Tüpfelcanäle, welche hier (sonst selten) verzweigt sind; sp ein Sprung zwischen den Schichten der Wand (nach Sachs).

Kreise (s. Fig. 2 C), und zwar deshalb, weil der Tüpfelraum an der Innenseite der Wand eng und an der Aussenseite weit ist; solche gehöfte Tüpfel finden sich an den Holzzellen der Nadelhölzer (s. Fig. 24), an vielen Gefässwänden (s. Fig. 2 C) und auch anderwärts; die treppenförmige Verdickung mancher Gefässwände beruht auf der regelmässigen und dichten Anordnung von sehr in die Breite gezogenen gehöften Tüpfeln.

Die Zellwand zeigt, in manchen Fällen sehr deutlich, eine feinere Structur, die daher rührt, dass wasserreichere und wasserärmere Partien regelmässig abwechseln; es tritt dies auf dem Quer- und Längsschnitt als concentrische Schichtung (s. Fig. 5), auf der Flächenansicht als Streifung hervor.

Die dünnen Zellhäute bestehen der organischen Substanz nach in der Regel ganz und gar aus Cellulose, welche durch Jod und Schwefelsäure eine blaue Färbung annimmt; an dickeren Membranen aber findet man sehr häufig, dass bestimmte Partien, welche schalenartig umeinandergelagert sind, aus veränderter Cellulose bestehen. Diese Veränderungen sind im Allgemeinen von dreierlei Art:

1) Die verkorkte (cuticularisirte) Zellhaut ist dehnbar, sehr elastisch, von Wasser nur sehr schwer durchdringbar, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure gelb (z. B. an Oberhautzellen, Kork, Pollenkörnern, Sporen);

2) die verholzte Haut ist hart, wenig dehnbar, für Wasser leicht durchdringbar, aber ohne bedeutende Aufquellung, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure ebenfalls gelb (z. B. Holzzellen);

3) die verschleimte Zellwand ist im trockenen Zustand hart oder hornartig, nimmt grosse Mengen von Wasser unter bedeutender Volumvermehrung auf und wird dadurch gallertartig und schleimig; sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure meist blau (z. B. Leinsamen, Quittenschleim).

Diese Veränderungen können entweder einzeln oder selbst mehrere zugleich in den verschiedenen Schichten einer Zellwand vorkommen.

Auch mineralische Stoffe werden beim Wachsthum oft in grösserer Menge in die Zellhaut eingelagert, besonders Kalksalze und Kieselsäure, und zwar häufig zwischen die kleinsten Theilchen der Hautsubstanz, so dass sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden können, sondern beim Verbrennen als ein die Form der Zelle beibehaltendes Skelet zurückbleiben (z. B. die Kieselsäure in den Stengeln der Gräser und Schachtelhalme); der kohlensaure Kalk ist bisweilen in undeutlich krystallinischer Form (z. B. in der Oberhaut der Urticeen), der oxalsaure Kalk auch in Form von schön ausgebildeten Krystallen vorhanden (s. §. 9, Fig. 12).

§. 4. **Das Protoplasma** besteht hauptsächlich aus Eiweisstoffen, Wasser und geringen Mengen von Aschenbestandtheilen; da es alle Lebensäusserungen und Ernährungsvorgänge der Zelle vermittelt, enthält es natürlich zeitweise in seinem Innern alle übrigen chemischen Bestandtheile des Pflanzenkörpers. Es erscheint bald homogen, durchsichtig, bald aber auch mehr oder weniger mit Körnchen, Fetttröpfchen oder Stärkekörnchen erfüllt, und seiner Consistenz nach als zähe Masse, manchmal steif, selbst fast flüssig, ist aber niemals eine wahre Flüssigkeit. Wo das Protoplasma Körnchen enthält, zeigt es eine äussere körnchenfreie, oft ausserordentlich dünne Schicht, die Hautschicht. In seinem Innern sammelt sich ein Theil des Wassers, von dem es durchtränkt ist, als Vacuolen an; wenn diese zusammenfliessen zu einem den grössten Theil der Zellhöhlung einnehmenden Saft Raum (s. Fig. 1 C s), so bildet das Protoplasma nur noch einen der Wand anliegenden Sack, den Primordialschlauch.

Der Zellkern gehört seiner Substanz und Lage nach als wesentlicher Theil zum Protoplasma; er fehlt nur gewissen Gruppen niedrigerer Pflanzen (vielfach den Pilzen und einigen Algen); in seinem Innern enthält er ein oder mehr noch viel kleinere Kernchen, die sog. Kernkörperchen (Fig. 1 A kk).

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen gehören die sichtbaren Bewegungen des Protoplasma. In vielen Zellen sieht man entweder Strömchen vom Zellkern aus nach den übrigen Flächen des wandständigen Protoplasma hin verlaufen (*Circulation*), oder der ganze Protoplasma-sack ist in einer die Zelle umlaufenden Bewegung begriffen (*Rotation*); nackte Primordialzellen, nämlich die Schwärmsporen und Spermatozoiden, schwimmen lebhaft im Wasser, in welchem sie leben, umher und drehen sich dabei fortwährend um ihre eigene Axe; die sog. Plasmodien der Schleimpilze zeigen eine amöbenartige Bewegung, d. h. die nackte Protoplasma-masse von lappigem Umriss verändert fortwährend ihre Form, indem neue Lappen aus der Masse hervortreten, andere eingezogen werden, und bewegt sich dadurch auch langsam fort; gleichzeitig findet im Innern eine lebhafte Strömung der Körnchen statt.

§. 5. **Krystalloide.** Bisweilen nimmt ein Theil der protoplasmatischen Substanz krystallähnliche Formen an; es bilden sich Körper,



Fig. 6. Krystalloide in den Endospermzellen von *Ricinus communis* (800mal vergr.); bei *B* und *C* durch Behandlung mit verdünntem Glycerin sichtbar gemacht. *A* in dickem Glycerin; *D* durch Behandlung mit Schwefelsäure ist nur die Grundsubstanz zurückgeblieben. Bei *A*, *B* und *C* ist auch das Globoid sichtbar (nach Sachs).

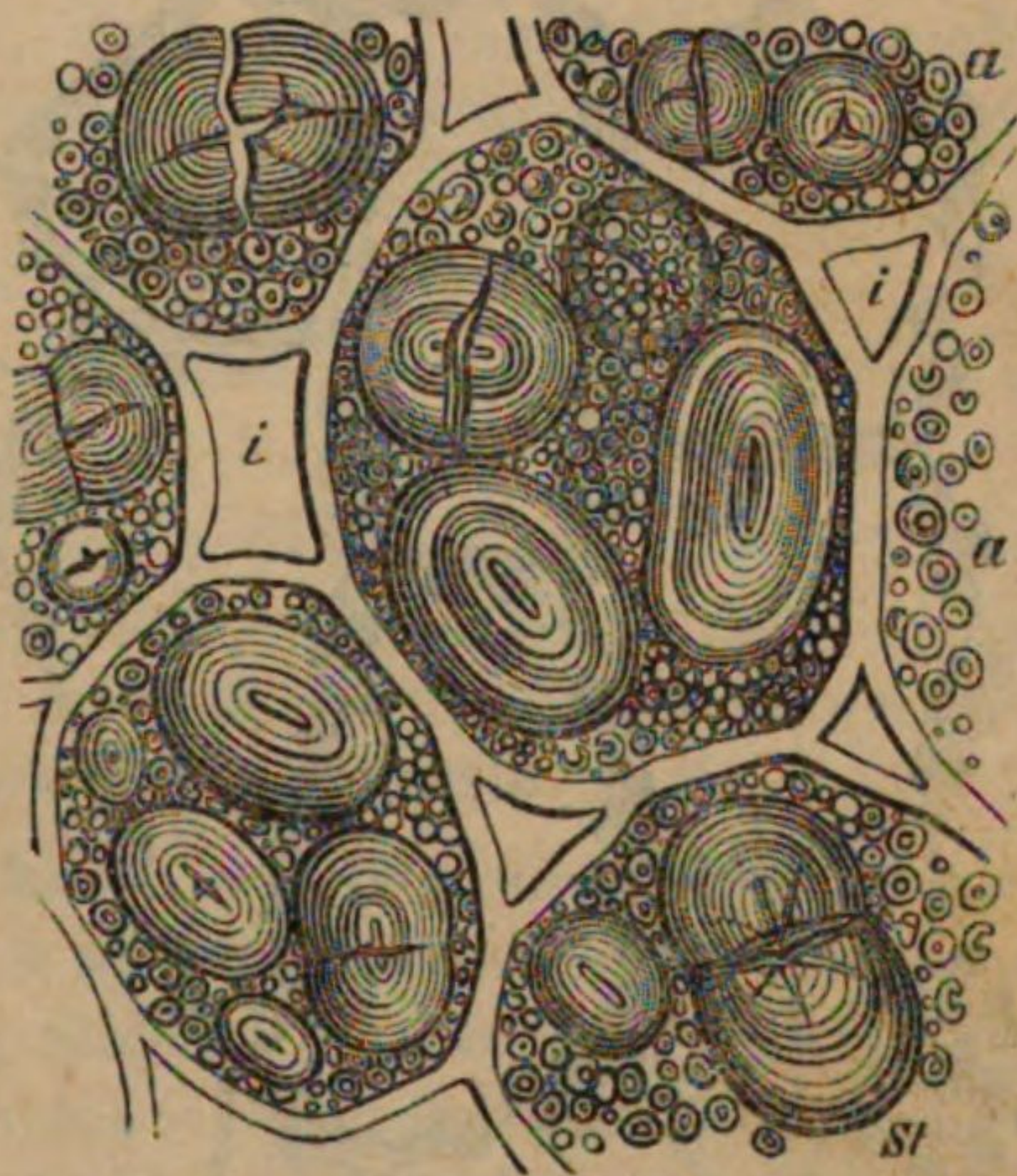


Fig. 7. Proteinkörner (*a*) in den Zellen des Keimes von *Pisum sativum*; die grossen Körner (*St*) sind Stärkekörner (nach Sachs).

welche von ebenen Flächen, Kanten und Ecken begrenzt sind und gewissen Krystallen, meist Würfeln, Oktaedern, Tetraedern, Rhomboedern täuschend ähnlich sehen (Fig. 6); sie unterscheiden sich aber wesentlich dadurch von ächten Krystallen, dass sie quellbar sind, d. h. unter Einfluss gewisser Lösungen ihr Volumen bedeutend vermehren. Solche Krystalloide finden sich z. B. in manchen Kartoffelsorten, in fettreichen Samen, in rothen Meeresalgen u. s. w.

§. 6. **Proteinkörner.** In fettreichen Samen findet man das Protoplasma in der Weise gruppiert, dass in einer aus Eiweisstoffen und Fett

bestehenden Grundmasse kugelige Körnchen von verschiedener Grösse, die Protein- oder Aleuronkörner, eingebettet sind. Diese Körner bestehen aus eiweissartiger Substanz und enthalten fast immer Einschlüsse, theils die oben erwähnten Krystalloide (Fig. 6 C), theils eigenthümliche runde Körperchen, die Globoiden, welche aus einer Verbindung einer gepaarten Phosphorsäure mit Kalk und Magnesia bestehen. Diese Einschlüsse kommen je nach den Pflanzenarten einzeln oder zugleich vor. Das in der Grundsubstanz enthaltene Fett wird aus vielen Samen (z. B. Raps, Sonnenrose, Ricinus) durch Auspressen gewonnen. In stärkereichen Samen sind die Zwischenräume zwischen den grossen Stärkekörnern von ähnlichen, aber sehr kleinen Körnern ausgefüllt (Fig. 7).

§. 7. **Chlorophyllkörper.** Die grüne Färbung der meisten Pflanzentheile rührt von grünen Körnchen her, den Chlorophyllkör-

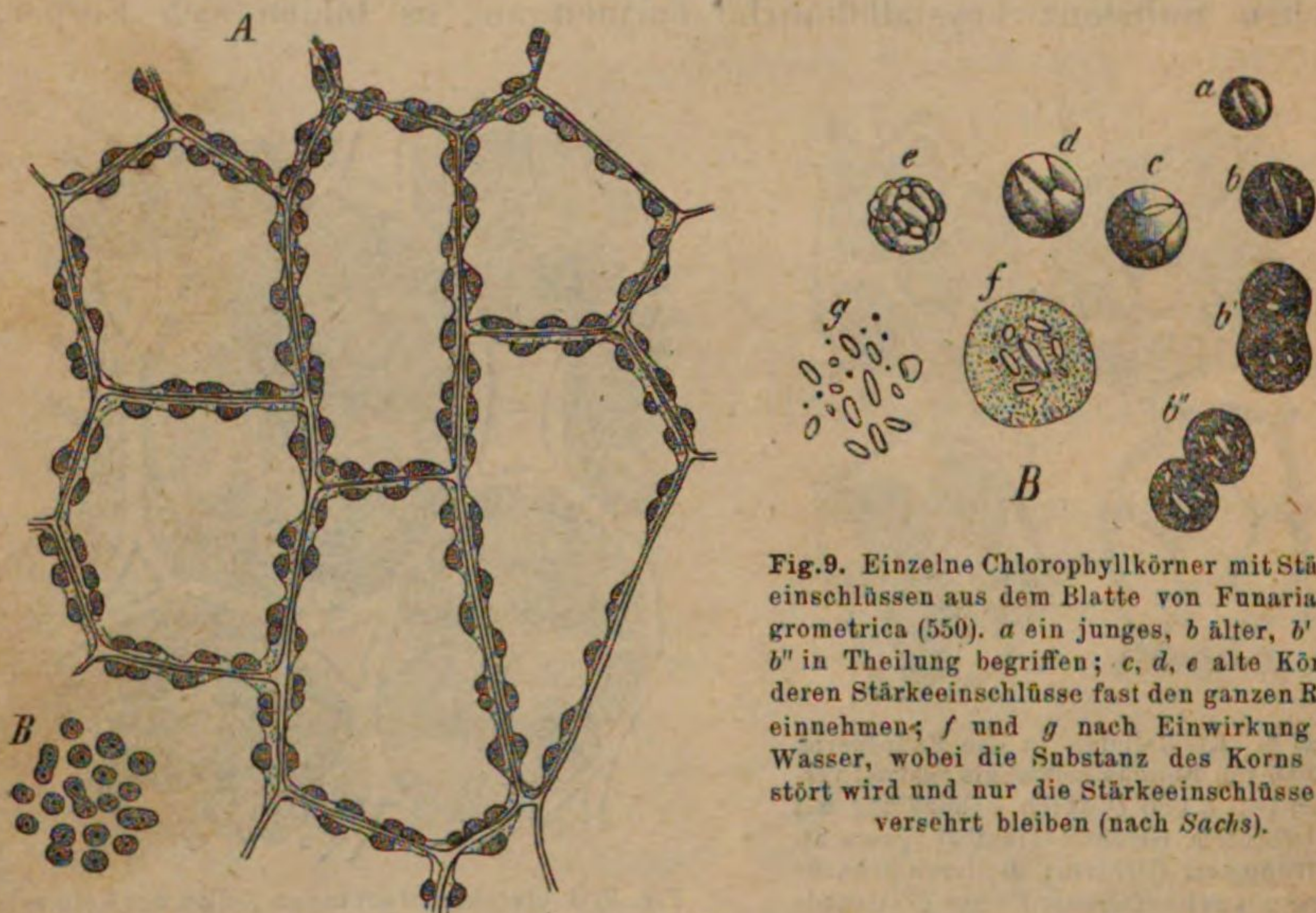


Fig. 9. Einzelne Chlorophyllkörner mit Stäärkeeinschlüssen aus dem Blatte von *Funaria hygrometrica* (550). *a* ein junges, *b* älter, *b'* und *b''* in Theilung begriffen; *c*, *d*, *e* alte Körner, deren Stäärkeeinschlüsse fast den ganzen Raum einnehmen; *f* und *g* nach Einwirkung von Wasser, wobei die Substanz des Korns zerstört wird und nur die Stäärkeeinschlüsse unversehrt bleiben (nach Sachs).

Fig. 8. Chlorophyllkörner im Protoplasma der Zellen eines Farnprothalliums. *A* im optischen Durchschnitt der Zellen; *B* Stück einer Zelle von der Fläche gesehen; einzelne Körner sind in Theilung begriffen (400mal vergr.)

nern, welche sich in gewissen Zellen vorfinden (Fig. 8). Dieselben bestehen aus einer an sich farblosen Grundsubstanz und einer in derselben vertheilten kleinen Quantität grünen Farbstoffs, des Chlorophylls; wird dieses durch Lösungsmittel (z. B. Alkohol) ausgezogen, so bleibt das farblose Korn in Grösse und Form unverändert zurück. Die Körner sind immer dem Protoplasma eingebettet, und ihre Grundsubstanz ist nur ein bestimmt geformter Theil des Protoplasma. Nicht immer hat dieser die Gestalt von Körnern; bei einigen der niedrigsten Pflanzen ist

das ganze Protoplasma mit Ausnahme der Hautschicht grün gefärbt; bei einigen Algen hat der gefärbte Theil des Protoplasma die Form von Sternen (s. Fig. 53 A), Platten (s. Fig. 53 B, C), Spiralbändern (s. Fig. 48); man bezeichnet diese grün gefärbten Protoplasmapartien daher allgemein als Chlorophyllkörper. Unter dem Einflusse des Sonnenlichts bilden sich im Innern der Chlorophyllkörper Einschlüsse von Stärkekörnchen, welche darin oft so stark anwachsen, dass die Substanz des Chlorophyllkorns nur noch als ungemein zarter Ueberzug der Einschlüsse erkennbar ist (Fig. 9). Im weiteren Verlaufe werden die Chlorophyllkörner wieder aufgelöst, so in den Zellen der Blätter vor dem Abfallen; es bleiben dann nur kleine gelbe Körnchen zurück.

Der grüne Farbstoff, das Chlorophyll, ist bei mehreren Algenfamilien noch mit anderen Farbstoffen gemengt, und das gefärbte Protoplasma erscheint dann blaugrün, olivengrün, ledergelb oder roth; hie und da geht der grüne Farbstoff selbst Veränderungen ein und wird gelb oder roth, womit auch öfters die Gestalt des Chlorophyllkörpers sich ändert; so beim Reifwerden mancher anfangs grüner, dann gelb oder roth werdender Früchte, z. B. des Liebesapfels *Lycopersicum esculentum*.

Den Chlorophyllkörpern nahe verwandt sind die Protoplasma-körper, welche mit einem gelben Farbstoffe tingirt sind und die gelbe Färbung vieler Blüthen, z. B. des Löwenzahnes *Taraxacum officinale* bedingen.

In vielen Fällen wird die grüne Farbe der Pflanzentheile für das blosse Auge verdeckt durch andere Farbstoffe, welche ausser den Chlorophyllkörpern sich gelöst im Zellsaft vorfinden, so an den Blättern von *Amaranthus*, des wilden Weins zu Ende des Sommers u. s. w.

§: 8. Die Stärkekörner sind kleine, meist runde, ovale oder linsenförmige, harte Körnchen, welche aus Stärkesubstanz, Wasser und kleinen Mengen von unverbrennlichen Stoffen bestehen und sich in gewissen Zellen fast aller Pflanzen vorfinden; sehr reich daran sind z. B. die Kartoffelknollen, die Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte; aus diesen Pflanzentheilen werden sie durch Auswaschen gewonnen und stellen dann für das blosse Auge ein weisses Mehl dar, welches als Stärke oder Stärkemehl bekannt ist. Die Stärkesubstanz oder Amylum gehört, gleich der Cellulose, zu den Kohlehydraten; es lässt sich jedoch zeigen, dass in jedem Korn zwei Stoffe gemengt sind, von denen der eine, Granulose, sich durch Speichel oder verdünnte Säuren ausziehen lässt, während der andere, Stärkcellulose genannt, als Skelet des Kornes zurückbleibt; erstere wird durch Jod ohne Weiteres blau gefärbt. Durch Kochen mit Wasser oder auch durch Behandlung mit Kali, Säuren quellen die Körner sehr stark auf und werden zu Kleister. — Die Substanz des Stärkekorns ist immer um einen Kern geschichtet, und diese Schichtung ist, wie bei den Membranen, der Ausdruck regelmässiger Abwechslung

von wasserreichen und wasserarmen Partien; der Kern ist der wasserreichste Theil des ganzen Korns. Von frühester Jugend an sind die Stärkekörner feste, solide Körperchen; so lange sie wachsen, sind sie immer dem Protoplasma eingebettet; erst später treten sie in den Zellsaft über. Das Wachsthum findet nicht durch Auflagerung neuer Schichten statt, sondern dadurch, dass zwischen die kleinsten Theilchen neue Substanz eingelagert wird. Ausser den einfachen Körnern (Fig. 10 A) kommen auch zusammengesetzte vor, welche dadurch entstehen, dass in einem vorhandenen Korn mehrere Kerne mit Schichtensystemen auftreten. (Fig. 10 D); sind dabei die äusseren, gemeinschaftlich umhüllenden

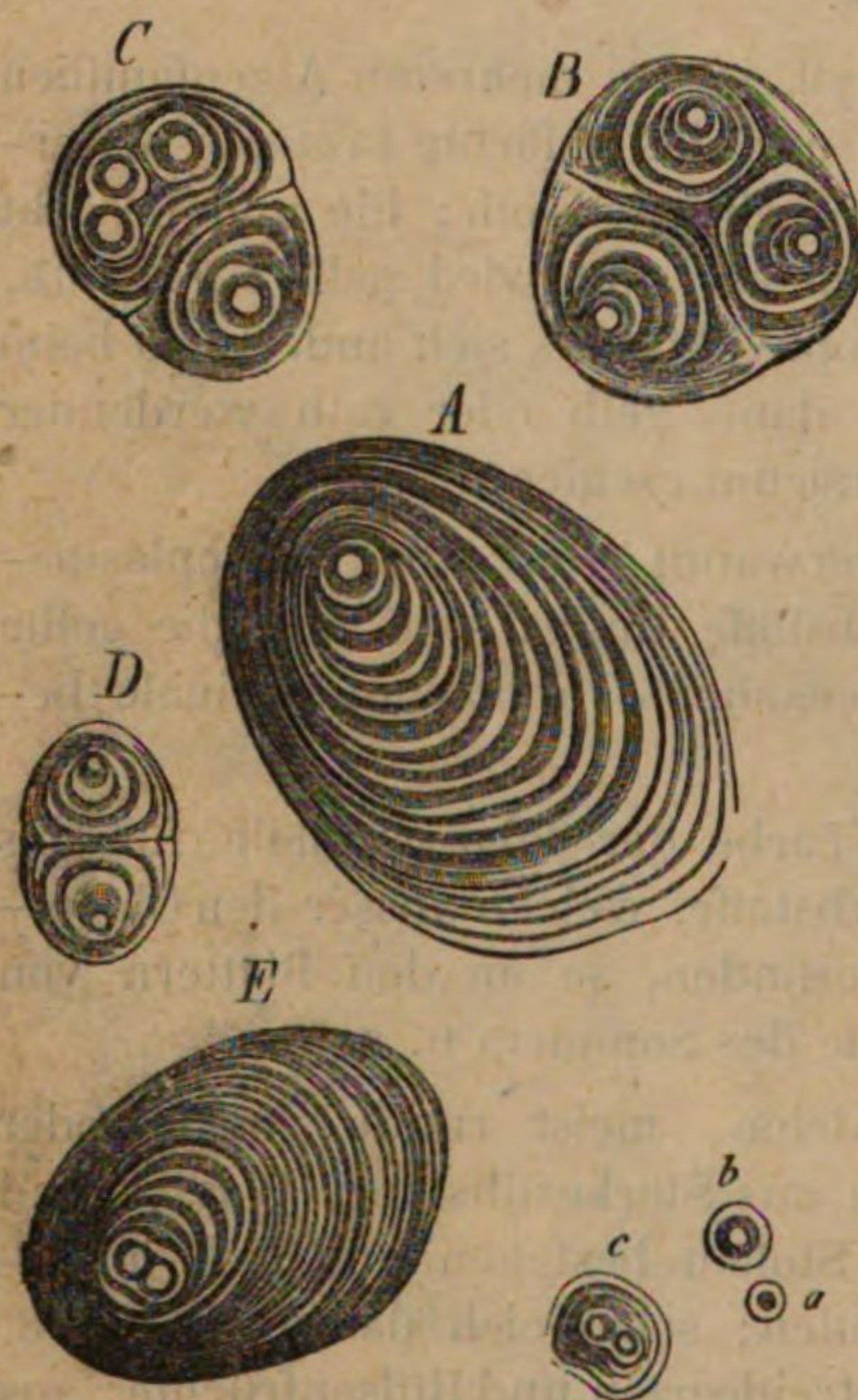


Fig. 10. Stärkekörner aus einer Kartoffelknolle (800). A ein älteres, einfaches Korn; B ein halb zusammengesetztes Korn, C, D ganz zusammengesetzte Körner; E ein älteres Korn, dessen Kern sich getheilt hat; a ein sehr junges Korn, b ein älteres, c noch älter mit getheiltem Kern (nach Sachs).

Schichten von beträchtlicher Dicke, so heissen sie halbzusammengesetzt (Fig. 10 B). Durch Druck lassen sich die zusammengesetzten Körner in ihre einzelnen Theilkörner zerlegen. Diesen sehr ähnlich sind die sog. unächt zusammengesetzten Körner, welche durch gegenseitigen Druck zu einem aus mehreren einzelnen Körnern bestehenden Klumpen gleichsam zusammengeklebt sind, wie z. B. die in den Chlorophyllkörnern enthaltenen (Fig. 9). Die Stärkekörner werden in der Pflanze erzeugt, um später beim Wachsthum und Stoffwechsel verbraucht zu werden, und sehr häufig in gewissen Organen (wie Samen, Wurzeln, Knollen) längere Zeit aufgespeichert; wenn sie dann beim Keimen oder Austreiben zur Verwendung gelangen, werden sie wieder aufgelöst. Die Form dieser abgelagerten Stärkekörner ist für die einzelnen Pflanzen charakteristisch; so sind z. B. die der Kartoffel (Fig. 10) excentrisch oval, die der

Hülsenfrüchte (Fig. 7) concentrisch-oval, die des Roggen-, Weizen- und Gerstenmehls linsenförmig.

§. 9. **Krystalle** finden sich sehr häufig in Pflanzenzellen; nur wenige bestehen aus kohlensaurem Kalk, so die krystallinischen Körnchen im Protoplasma der Schleimpilze, und die undeutlich krystallinischen Einlagerungen der Zellwand bei vielen Urticeen. Alle anderen bisher bekannten Krystalle bestehen aus oxalsaurem Kalk, welcher je nach seinem

Gehalt an Krystallwasser in zwei Systemen krystallisirt; dem einen (quadratischen) gehören die Octaeder (Fig. 11 *k*) an, dem anderen (klino-rhombischen) die nadel- und spiessförmigen Krystalle, die sog. R h a p h i - d e n , welche besonders bei Monocotyledonen häufig zu grossen Bündeln vereinigt vorkommen. Ausser einzelnen gut ausgebildeten Krystallen sind auch Drusen (Fig. 11 *dr*) sehr verbreitet. Diese Krystalle finden sich sowohl im Protoplasma, aus welchem sie später in den Zellsaft gelangen (Fig. 14), als in der Membran, besonders bei Nadelhölzern (Fig. 12), sowie auch bei den Flechten auf der freien Aussenseite der Zellwände.

§. 10. **Der Zellsaft** durchtränkt die Membran, das Protoplasma, überhaupt alle organisirten Gebilde der Zelle und sammelt sich ausserdem im Innern des Protoplasma zu Vacuolen oder auch zu einem grossen Saft Raum an; er stellt eine wässrige Lösung verschiedener Stoffe dar;

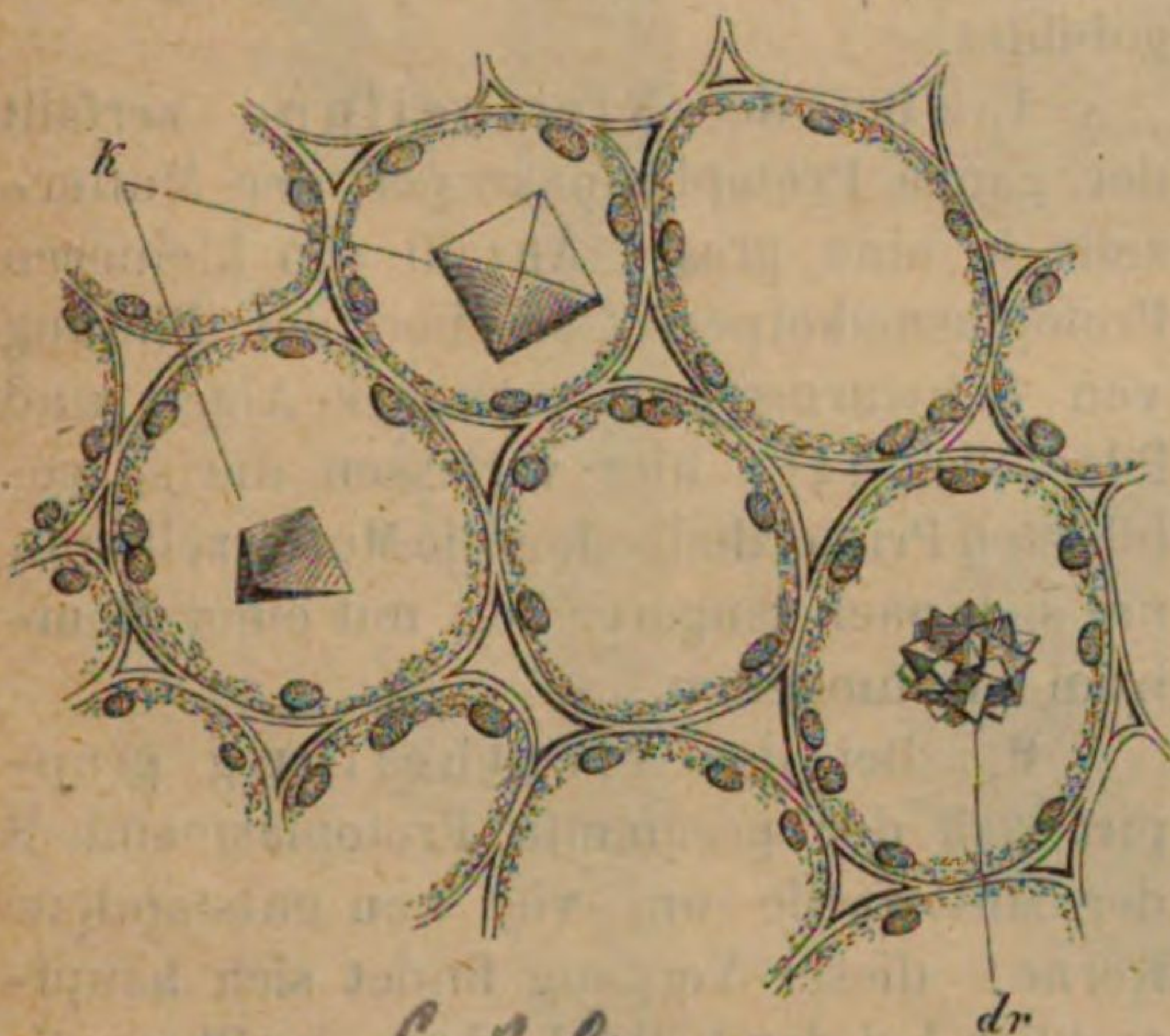


Fig. 11. Krystalle von oxalsaurem Kalk in den Zellen des Blattstiels einer Begonia (200mal), *k* einzelne Krystalle, *dr* Druse.



Fig. 12. Krystalle von oxalsaurem Kalk in der Wand der Bastzellen von Cephalotaxus Fortunei (600) (nach Solms).

Salze fehlen darin niemals; in gewissen Zellen mancher Pflanzen (z. B. des Zuckerrohrs, des Ahorns, der Runkelrübe) enthält er sehr viel Rohrzucker, welcher durch Reinigung daraus gewonnen wird; in den Zellen vieler Früchte, wie der Weintraube u. a. enthält er viel Traubenzucker. Ausserdem finden sich darin Gerbstoffe, in manchen Pflanzen Inulin, Säuren, wie Aepfelsäure in den Aepfeln und anderen Früchten, Citronensäure in den Citronen, ferner die Farbstoffe der meisten rothen und blauen Blüthen und vieler Früchte (z. B. Kirsche, Holler) und viele andere Stoffe.

§. 11. **Die Entstehung der Zellen** findet immer in der Weise statt, dass in einer bereits existirenden Zelle, der Mutterzelle, das

ganze Protoplasma oder ein Theil desselben sich neugestaltet. Wir unterscheiden zwei Hauptarten der Zellbildung:

I. In wachsenden vegetativen Organen findet eine Fächerung der Zelle statt, indem deren gesamter Protoplasmakörper, ohne sich abzurunden oder zusammenzuziehen, sich in zwei neue spaltet, wobei an Stelle des alten Zellkerns dicht nebeneinander zwei neue auftreten und eine neue Membran sich nur an der Trennungsfläche der beiden neuen Protoplasmakörper bildet (Fig. 13). Diese Membran bildet sich gewöhnlich an allen Puncten der Trennungsfläche gleichzeitig; nur bei einzelnen niederen Algen (z. B. *Spirogyra*) wächst sie ringförmig von aussen nach innen.

II. Die Bildung der Zellen, welche zur Fortpflanzung dienen (s. §. 50), ist immer mit Abrundung vor oder während der Bildung der neuen Wand verbunden; diese letztere wird, wenn auch oft erst spät, immer an der ganzen Oberfläche der Tochterzellen gebildet.

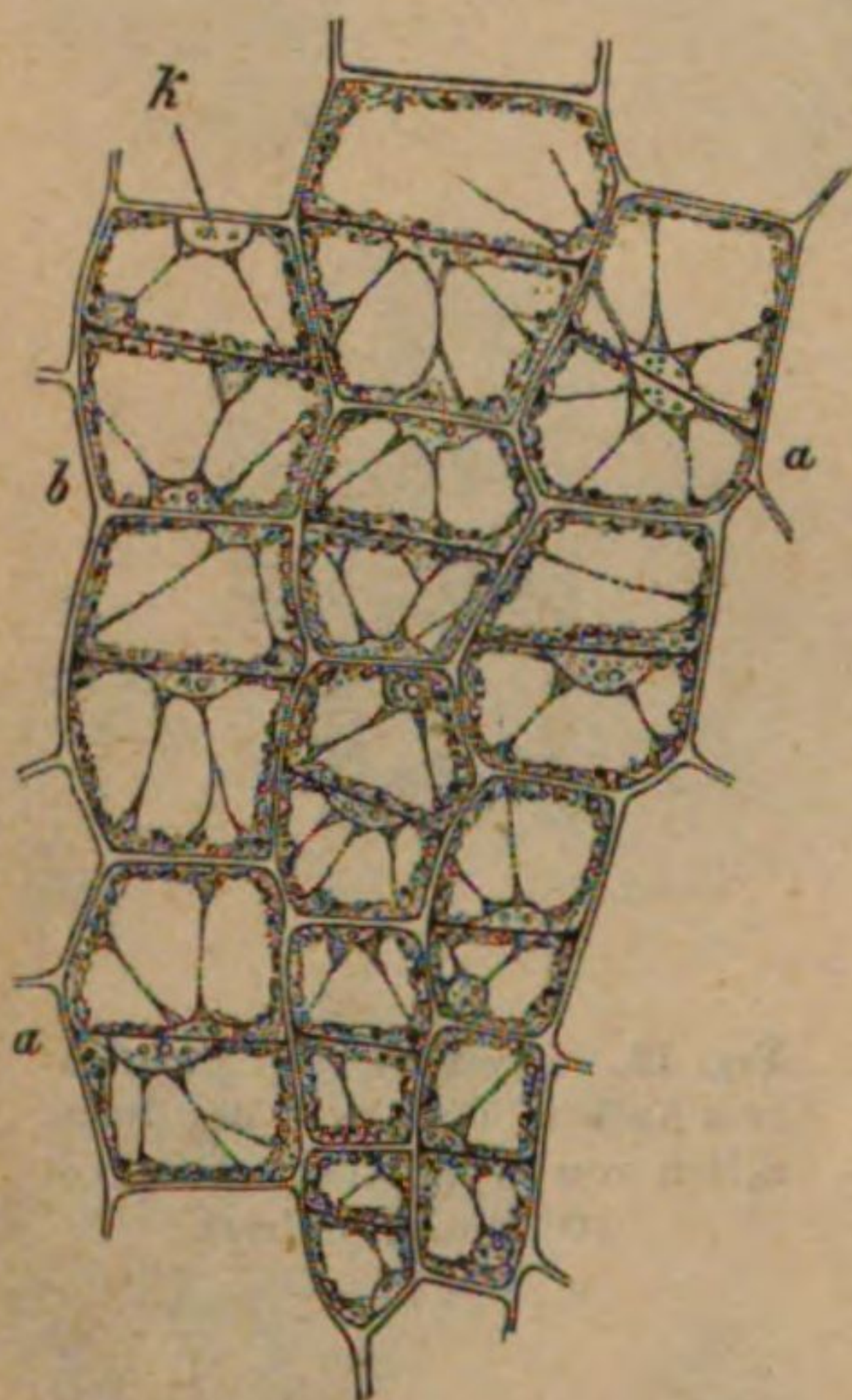


Fig. 13. Zelltheilung in der Rinde des wachsenden Stengels von *Vicia Faba* (300); bei *a* hat die Theilung eben stattgefunden; der Kern (*k*) liegt noch an der neuen Wand; bei *b* hat er sich schon an die ältere Wand zurückgezogen.

1. Bei der Vieltheilung zerfällt der ganze Protoplasmakörper der Mutterzelle in eine grosse Anzahl von kleineren Protoplasmakörpern, so bei der Bildung von Schwärmsporen mancher Algen und Pilze (Fig. 14); hier verlassen die so gebildeten Primordialzellen die Mutterzellhaut, um sich nach längerer Zeit mit einer Membran zu umgeben.

2. Bei der Viertheilung gruppirt sich der gesammte Protoplasmainhalt der Mutterzelle um vier neu entstandene Kerne; dieser Vorgang findet sich hauptsächlich bei der Pollenbildung der Phanerogamen (Fig. 15) und Sporenbildung der Moose und Gefässkryptogamen.

3. Bei der Verjüngung zieht sich der gesammte Protoplasmakörper der Mutterzelle zusammen und gestaltet sich neu zum

Protoplasmakörper der Tochterzelle, der sich später wieder mit einer Membran umgibt. In dieser Weise bildet sich die eine Schwärmspore bei manchen Algen, als *Vaucheria*, *Stigeoclonium*, *Oedogonium* (Fig. 16), sowie die Eizellen der Kryptogamen.

4. Die freie Zellbildung besteht darin, dass sich im Protoplasmakörper der Mutterzelle einzelne Partien zu neuen Zellen gestalten und mit Membran umgeben, während der Rest als Protoplasma der noch fortlebenden Mutterzelle verbleibt, z. B. bei der Bildung der

Sporen in den sog. Schläuchen der Pilze (Fig. 17) und Flechten, des Endosperms und der Eizelle der Phanerogamen.

5. Bei der Conjugation oder Copulation verschmelzen die Protoplasmakörper zweier oder mehrerer Zellen miteinander, um eine neue, sich mit Membran umgebende Zelle, Zygosporie genannt, zu bilden. Dieser Vorgang findet sich in seiner typischen Form bei einzelnen Gruppen der Algen (z. B. *Spirogyra*, Fig. 18 und 19) und Pilze.



Fig. 14. Bildung der Schwärmosporen von *Achlya* durch Vieltheilung (550) (nach Sachs).

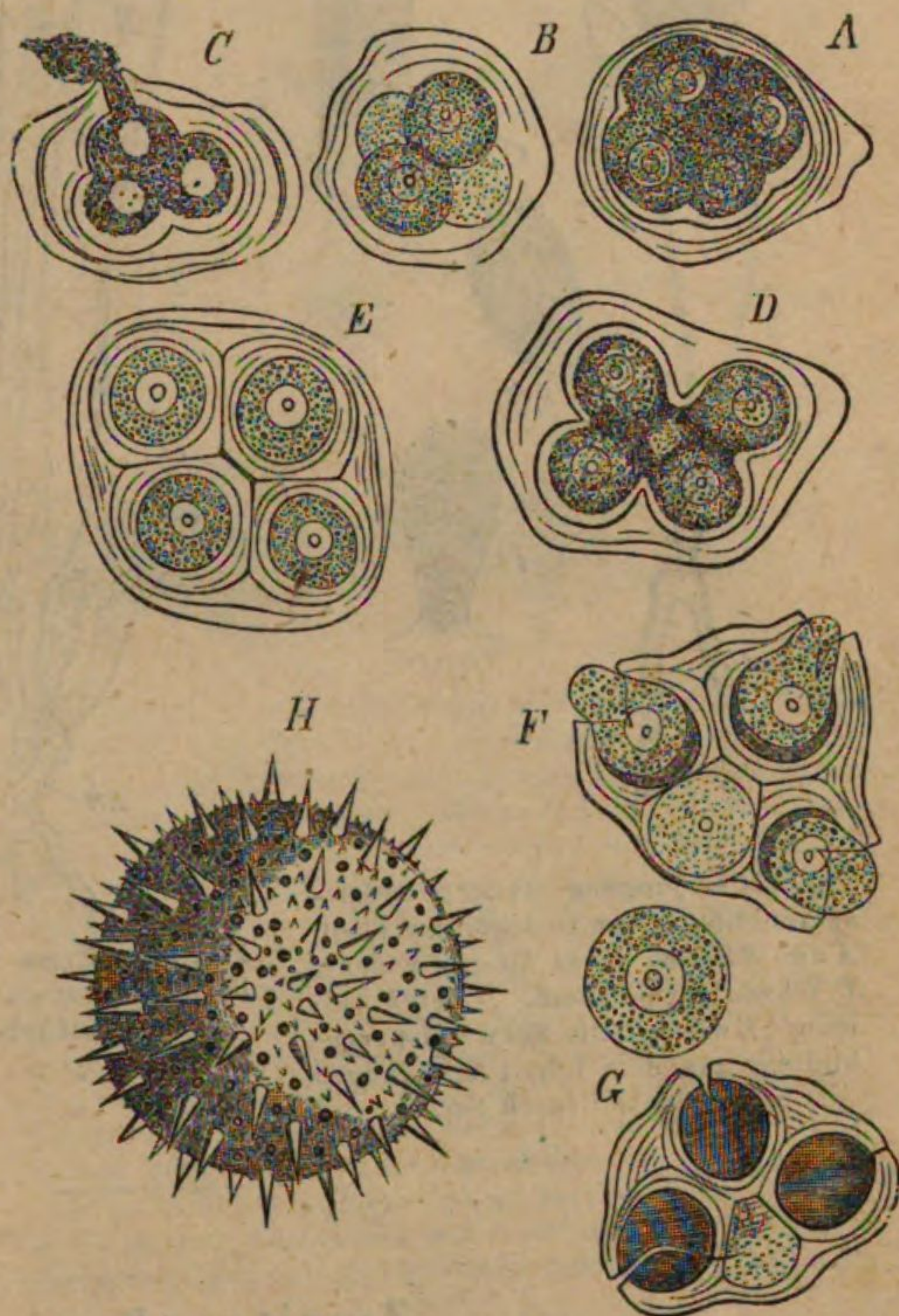


Fig. 15. Vieltheilung der Pollenmutterzellen bei *Althaea rosea* (A-E); F und G durch Quellung unter Einfluss von Wasser treten die Protoplasmakörper der jungen Pollenzellen aus. H ein ausgewachsenes Pollenkorn (nach Sachs).

Bei der Bildung der Zellen erfährt also deren Gesamtzahl nicht immer eine Vermehrung (nur bei der Fächerung, Viel-, Viertheilung und freien Zellbildung), sondern bleibt bisweilen gleich (Verjüngung), ja wird sogar verringert (bei der Conjugation).

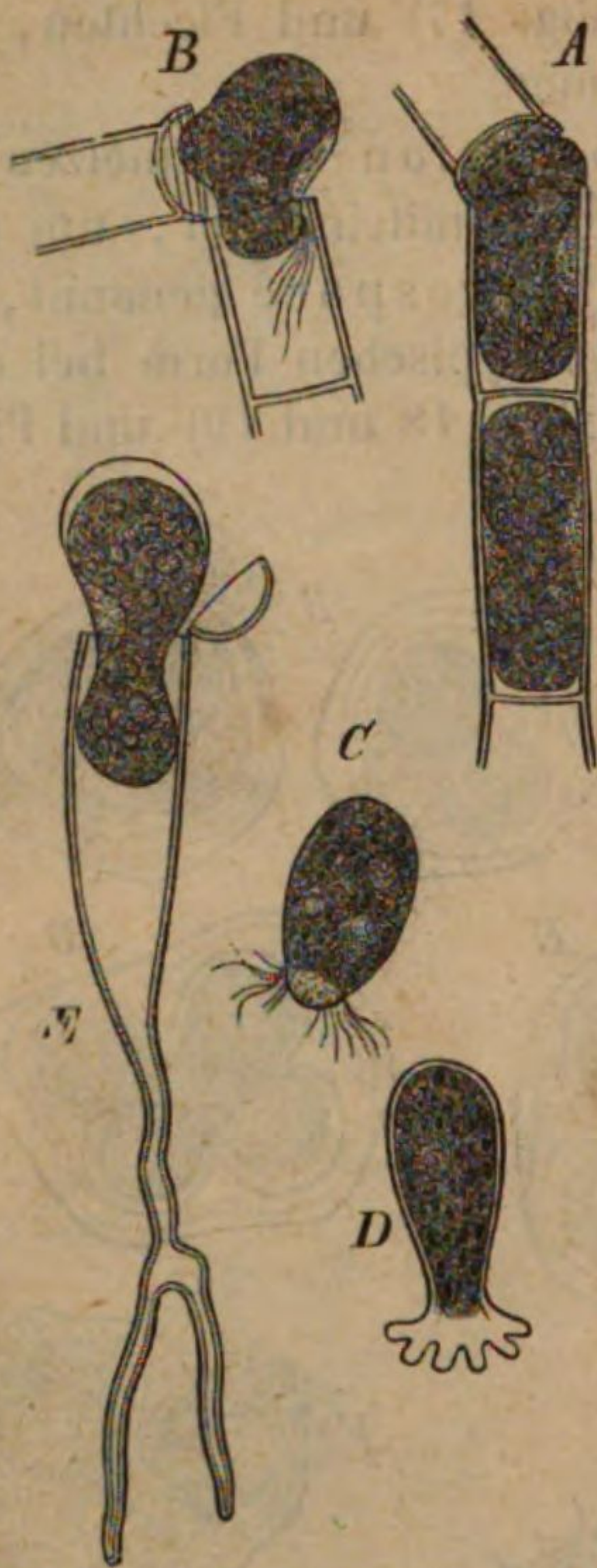


Fig. 16. Verjüngung bei der Schwärmsporenbildung von *Oedogonium* (350) A und B Zellen eines älteren Fadens. C schwärmende Spore. D deren Keimung; E wiederholte Schwärmsporenbildung aus dem Inhalt der jungen Keimpflanzen (nach Sachs).

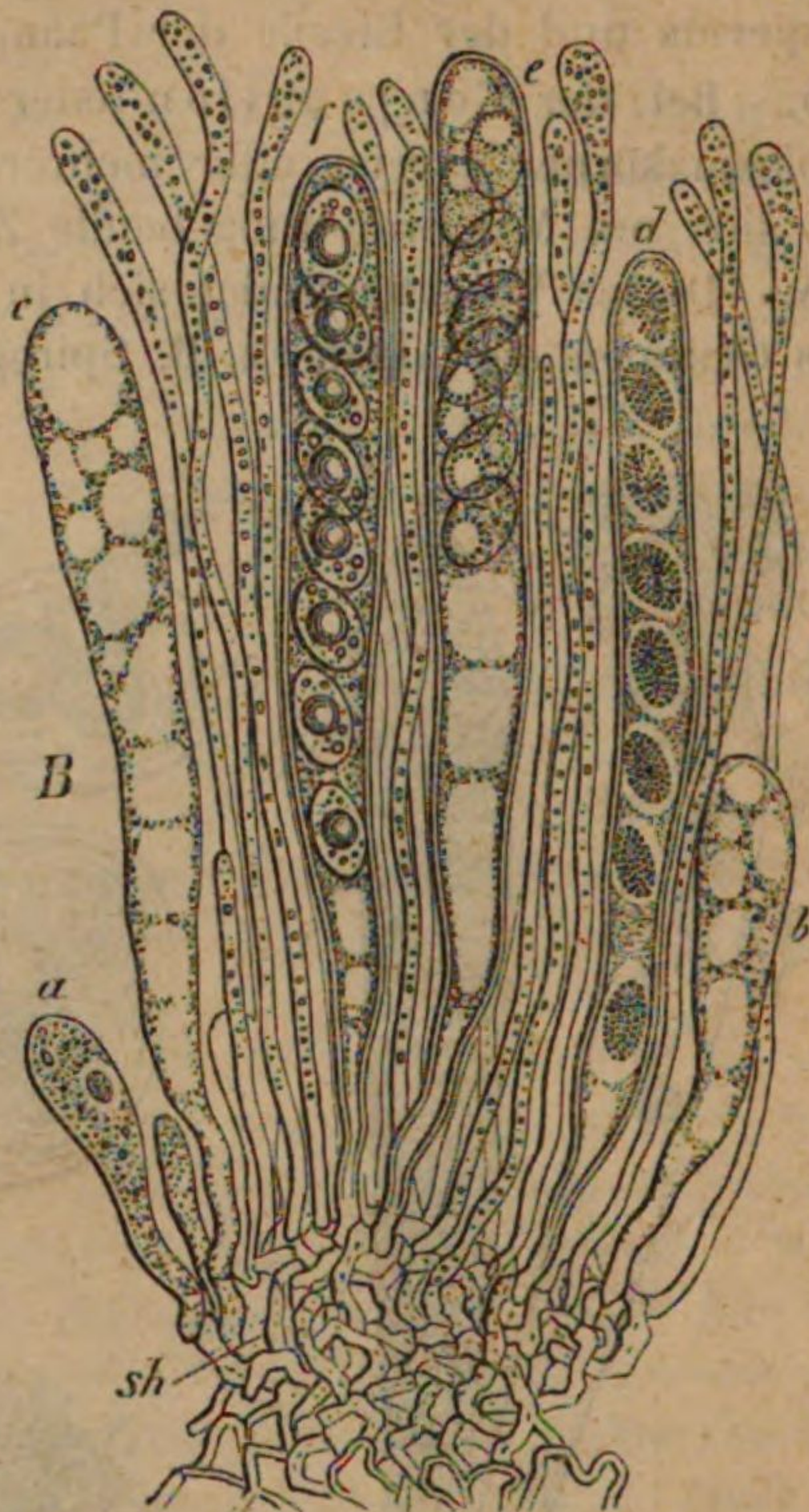


Fig. 17. Freie Zellbildung in den Schläuchen von *Peziza convexula* (550), a-f Entwicklungsfolge der Schläuche und Sporen (nach Sachs).

Zweites Kapitel.

Die Gewebe.

§. 42. Als **Gewebe** bezeichnen wir jede Verbindung von Zellen, welche von gemeinsamem Wachsthum beherrscht wird. Nach der räumlichen Anordnung der unter einander verbundenen Zellen unterscheiden wir:

Zellreihen, wenn die Zellen nur mit zwei gegenüberliegenden Endflächen aneinanderstossend zu einem **Faden** oder einer **Reihe** verbunden sind (manche Algen, wie *Spirogyra* (Fig. 48), *Oedogonium* (Fig. 46), manche Haare (Fig. 27 a, d);

Zellflächen, wenn die Zellen eine einfache Schicht bilden, also

nach zwei Richtungen des Raumes aneinanderstossen (manche Algen, Blätter vieler Moose);

Zellkörper, wenn die Zellen nach allen Richtungen des Raumes angeordnet sind.

Gewöhnlich bestehen die Gewebe aus Zellen, welche durch wiederholte Zweitheilung aus gemeinsamen Mutterzellen entstanden sind und schon durch die Art der Scheidewandbildung von Anfang an in Zusammenhang bleiben (Fig. 43); in einigen besonderen Fällen kommen Ge-

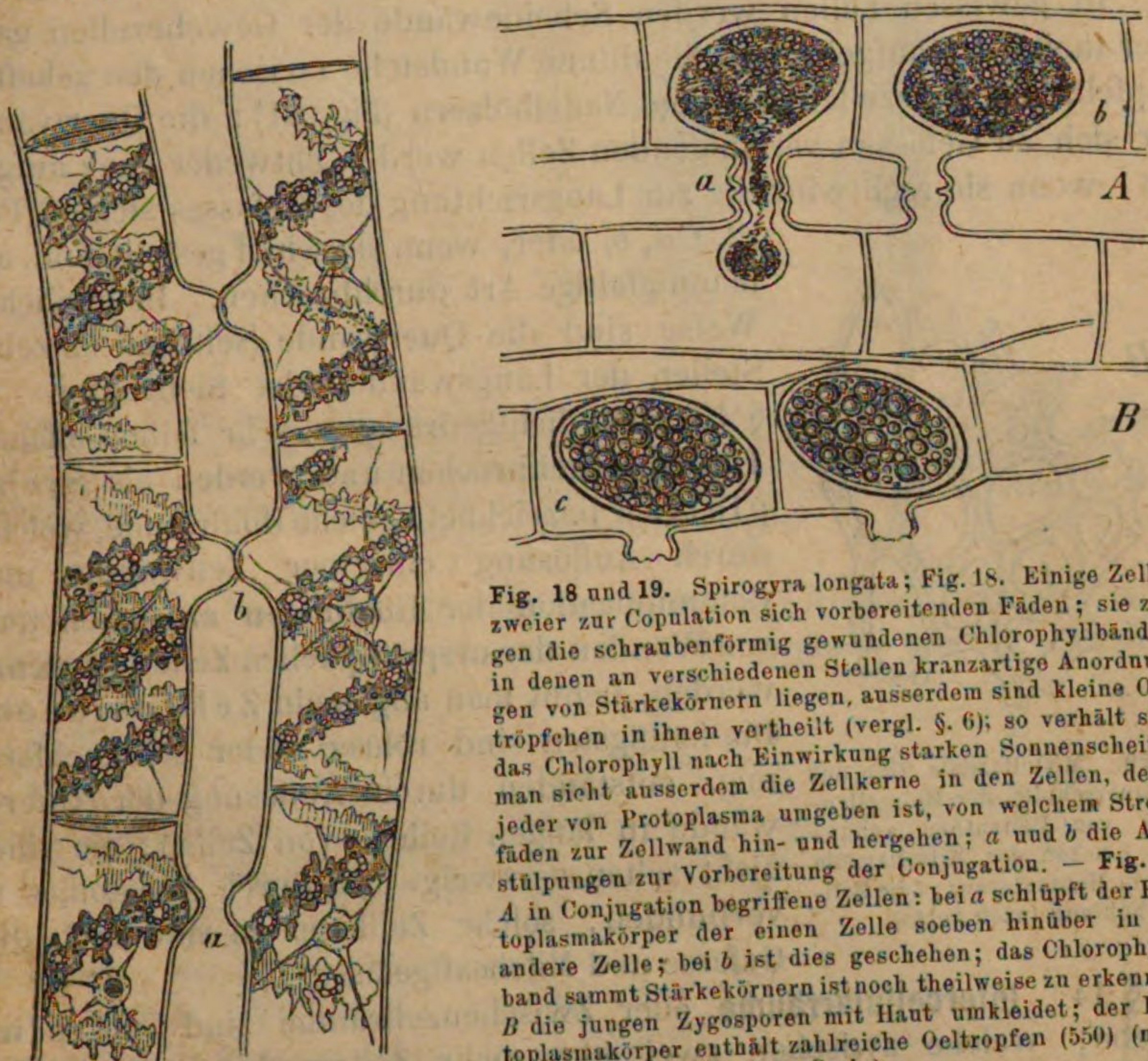


Fig. 18 und 19. *Spirogyra longata*; Fig. 18. Einige Zellen zweier zur Copulation sich vorbereitenden Fäden; sie zeigen die schraubenförmig gewundenen Chlorophyllbänder, in denen an verschiedenen Stellen kranzartige Anordnungen von Stärkekörnern liegen, ausserdem sind kleine Oeltropfen in ihnen vertheilt (vergl. §. 6); so verhält sich das Chlorophyll nach Einwirkung starken Sonnenscheins; man sieht ausserdem die Zellkerne in den Zellen, deren jeder von Protoplasma umgeben ist, von welchem Stromfäden zur Zellwand hin- und hergehen; *a* und *b* die Ausstülpungen zur Vorbereitung der Conjugation. — Fig. 19. *A* in Conjugation begriffene Zellen: bei *a* schlüpft der Protoplastkörper der einen Zelle soeben hinüber in die andere Zelle; bei *b* ist dies geschehen; das Chlorophyllband sammt Stärkekörnern ist noch theilweise zu erkennen. *B* die jungen Zygosporen mit Haut umkleidet; der Protoplastkörper enthält zahlreiche Oeltropfen (550) (nach Sachs).

webe auch dadurch zu Stande, dass entweder vorher isolirte Zellen mit ihren Wänden nachträglich verschmelzen, um gemeinsam fortzuwachsen oder dass durcheinandergeflochtene, aus Zellreihen bestehende Fäden auch ohne immer zu verschmelzen, dennoch ein gemeinsames Wachsthum zeigen (Fig. 47. *sh*).

§ 43. Die gemeinsame Wandung der Gewebezellen ist anfangs meist sehr dünn und zart und erscheint auch bei den stärksten Vergrösserungen als einfache Platte (Fig. 43); wenn sie in die Dicke wächst, wird häufig eine mittlere Lamelle sichtbar (Fig. 20. *m*), welche sie in zwei, scheinbar den beiden Nachbarzellen angehörende Theile spaltet; diese Mittellamelle ist nichts anderes, als eine besonders ausgebildete Partie der ganzen, beiden Zellen gemeinsam angehörenden Wand.

Ihr von der übrigen Wand abweichendes chemisches Verhalten bedingtes, dass man durch ihre Auflösung (in Salpetersäure und chlorsaurem Kali) die einzelnen Zellen von einander trennen kann. Wenn die gemeinsame Wand gleichartiger Zellen Tüpfelbildungen besitzt, so treffen die Tüpfel beider Seiten genau auf einander; wenn jedoch einzelne Zellen eines Gewebes besondere Ausbildung erfahren, wie z. B. die Gefässe, so beschränkt sich deren ungleichmässige Membranverdickung nur auf die eine Seite der gemeinsamen Wand; für die spiralige Verdickung ist dies ohnehin selbstverständlich.

In gewissen Fällen werden Scheidewände der Gewebezellen ganz oder theilweise aufgelöst, so die dünne Wandstelle zwischen den gehöften Tüpfeln der Holzzellen bei den Nadelhölzern (Fig. 21); die Querwände der sich zu Gefässen vereinigenden Zellen werden entweder ganz aufgelöst, wenn sie rechtwinkelig zur Längsrichtung des Gefässes stehen (Fig.

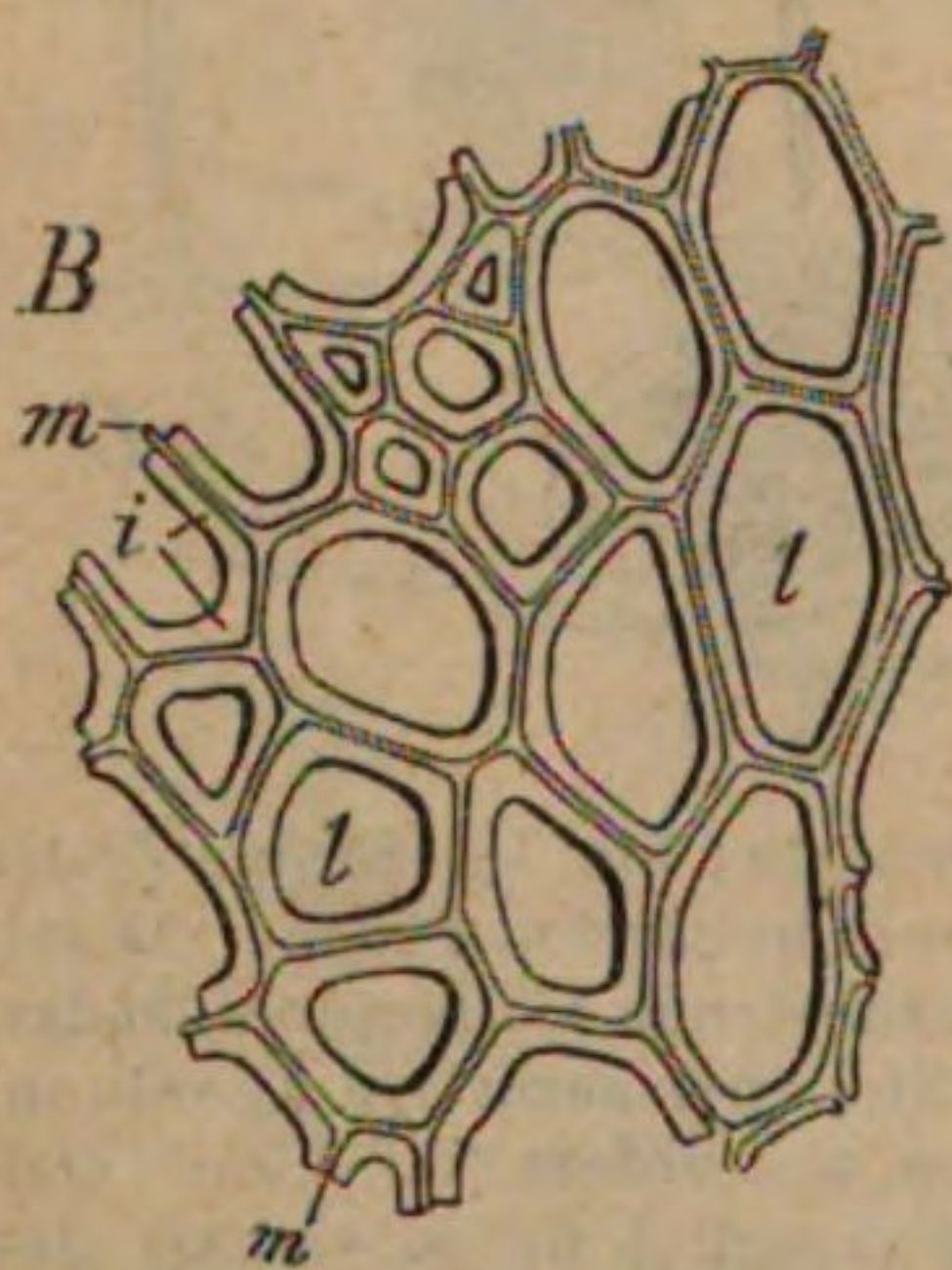


Fig. 20. Mittellamelle (*m*) auf dem Querschnitt der Holzzellwände von *Helianthus annuus* (800); *i* neben der Mittellamelle liegende Hautsubstanz; *l* die Zelhöhlung (nach Sachs).

2. *Ca, b*) oder, wenn sie schief gestellt sind, auf mannigfaltige Art durchbrochen. In ähnlicher Weise sind die Querwände (seltener einzelne Stellen der Längswände) der Siebröhren (s. § 17) von dichtgedrängten sehr feinen offenen Tüpfeln durchbrochen und werden als Siebplatten bezeichnet. Solche Hohlräume, welche durch Auflösung einzelner Zellwände und Communication der Höhlungen entstehen und von Wänden der ursprünglichen Zellen begrenzt werden, nennt man allgemein Zellfusionen. Die häufigsten sind röhren- oder schlauchförmig, entstanden durch Auflösung der Querwände in langen Reihen von Zellen; sie sind nicht selten verzweigt und durch Anastomosen verbunden; solche Zellfusionen sind z. B. die Gefässe und Milchsaftgefässe.

§ 14. **Intercellularräume** oder Zwischenzellräume sind Lücken im Gewebe, welche zwischen zwei oder mehr Zellen durch theilweise Spaltung der gemeinsamen Wand entstehen. Dieselben finden sich ausschliesslich zwischen den Zellen saftiger dünnwandiger Gewebe, des Parenchyms, und zwar meist an den Kanten, wo mehrere Zellen zusammenstossen (Fig. 22); sie enthalten hier Luft. Bisweilen erreichen einzelne luftführende Intercellularräume (dann *Lacunen* oder *Luftlücken* genannt) eine ausserordentliche Grösse, so dass dadurch ganze Zellschichten und Zellreihen vom übrigen Gewebe und von einander getrennt werden, z. B. im Blattstiel der Seerosen *Nymphaea* und anderer Wasserpflanzen *). Eigenthümlich geformte Intercellularräume sind auch

*) Bei sehr vielen anderen Pflanzen aber entstehen Luftcanäle durch stellenweises Zerreißen und Vertrocknen des Gewebes. z. B. in den hohlen Stengeln der Schachtelhalme, Gräser, Doldengewächse u. v. a.

die bei gewissen Pflanzen vorkommenden Harz- und Gummigänge (s. § 19).

§. 15. **Gewebeformen und Gewebesysteme.** Gewöhnlich sind in den Pflanzen zahlreiche gleichartige Zellen, die sich von den umgebenden unterscheiden, zusammengeordnet und bilden dann eine be-

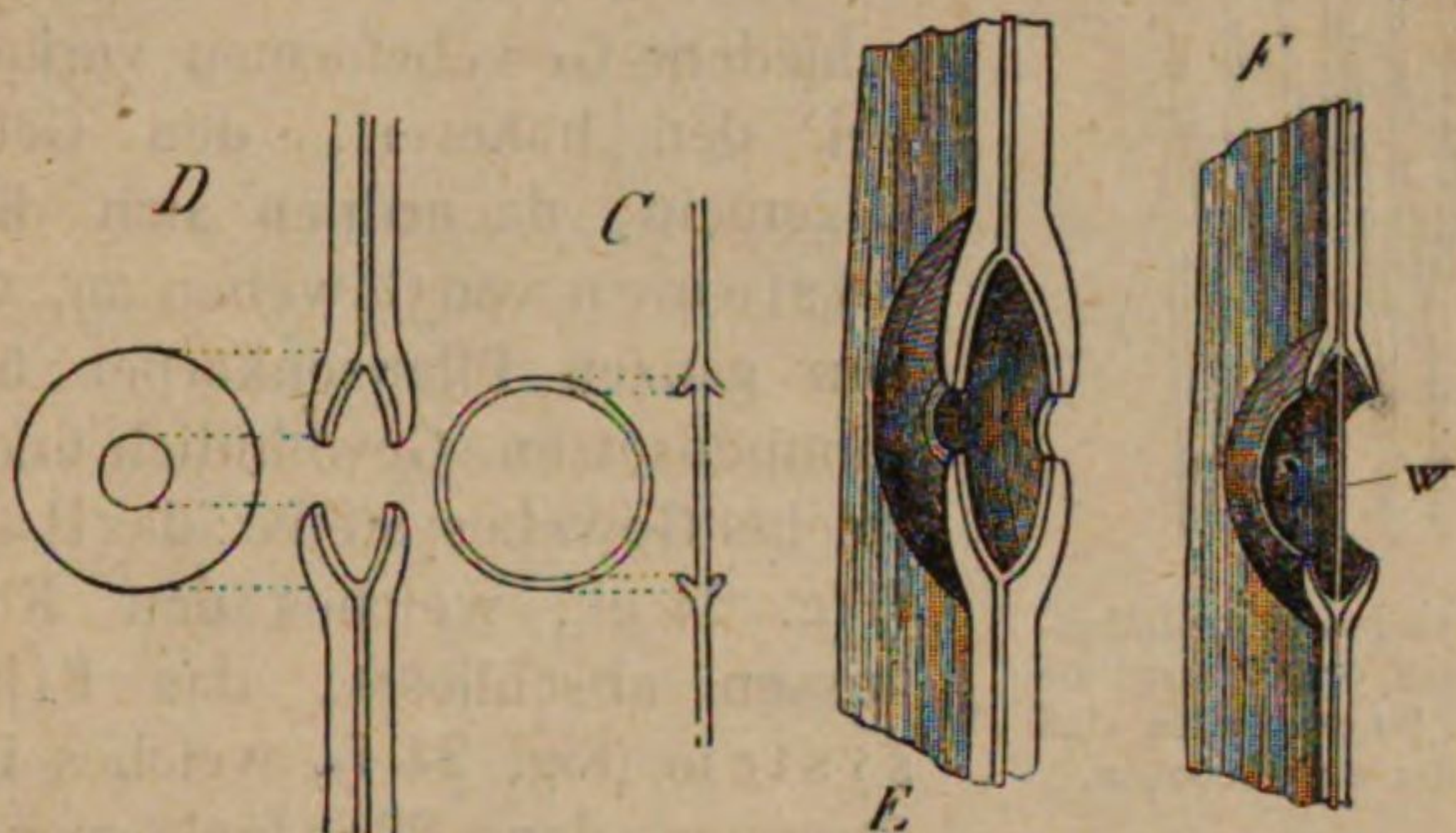


Fig. 21. Gehöfte Tüpfel an den Holzzellwänden von *Pinus silvestris* (schematisch, sehr stark vergrößert); *C* und *F* die Wand zwischen je zwei jungen Holzzellen, deren Verdickung noch gering ist; die Scheidewand (*w*) zwischen den beiderseitigen Tüpfelräumen ist noch vorhanden; in *D* und *E* ist dieselbe aufgelöst. *C* und *D* veranschaulichen zugleich das Zustandekommen der concentrischen Kreise auf der Flächenansicht (nach Sachs).

stimmte Gewebeform. Je nach der Form und Aneinanderlagerung der Zellen unterscheidet man zweierlei Gewebeformen: Im Parenchym (Fig. 4, 7, 11, 22) sind die Zellen nicht viel länger als breit, mit breiten Querflächen aufeinandergesetzt, meistens dünnwandig und von Interzellularräumen umgeben; im Prosenchym (Fig. 23, Querschnitt Fig. 20) dagegen sind die Zellen viel länger als breit, mit ihren Enden zwischen einander eingeschoben, meist dickwandig und ohne Interzellularräume.

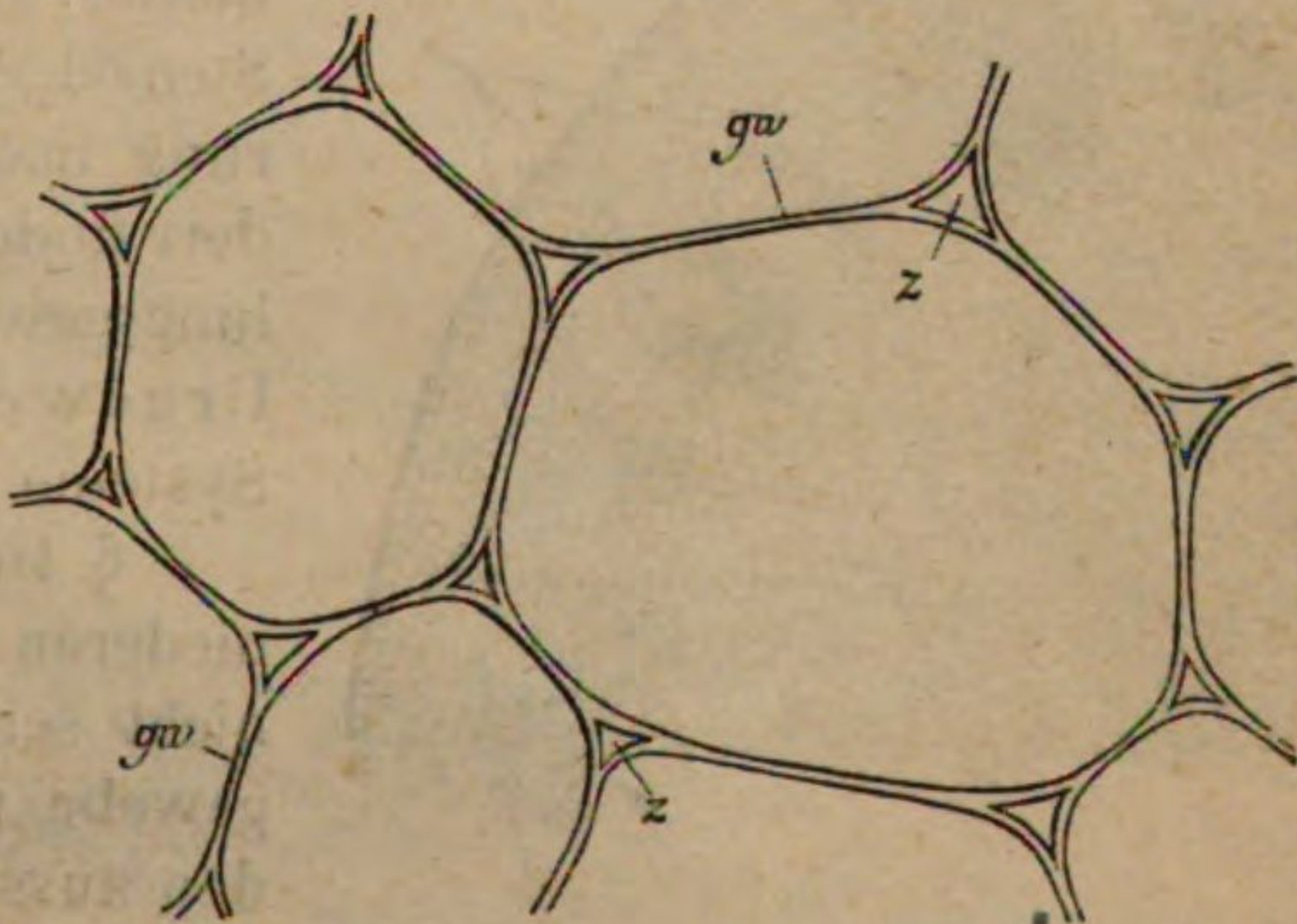


Fig. 22. Interzellularräume (*z*) zwischen den Markzellen von *Zea Mays* (550); *gw* die gemeinsame Wand (nach Sachs).

— Betrachtet man dagegen die Beschaffenheit der Wand, so ist das Sklerenchym ausgezeichnet, dessen Zellen stark verdickte und dabei harte, oft dunkel gefärbte Wände besitzen. — Ein Gewebe, dessen sämtliche Zellen aufgehört haben, sich zu theilen, und ihre definitive Form angenommen haben, heisst Dauergewebe; ein Gewebe dagegen, dessen Zellen in Theilung begriffen sind, derart, dass gewisse Tochterzellen sich immer wieder theilen, während die andern in Dauergewebe

übergehen, heisst Theilungsgewebe oder Meristem. Die hier angeführten Unterscheidungen sind nur die hauptsächlichsten; je nach Umständen werden noch verschiedene andere Kunstausrücke in der Beschreibung der Gewebe angewendet.

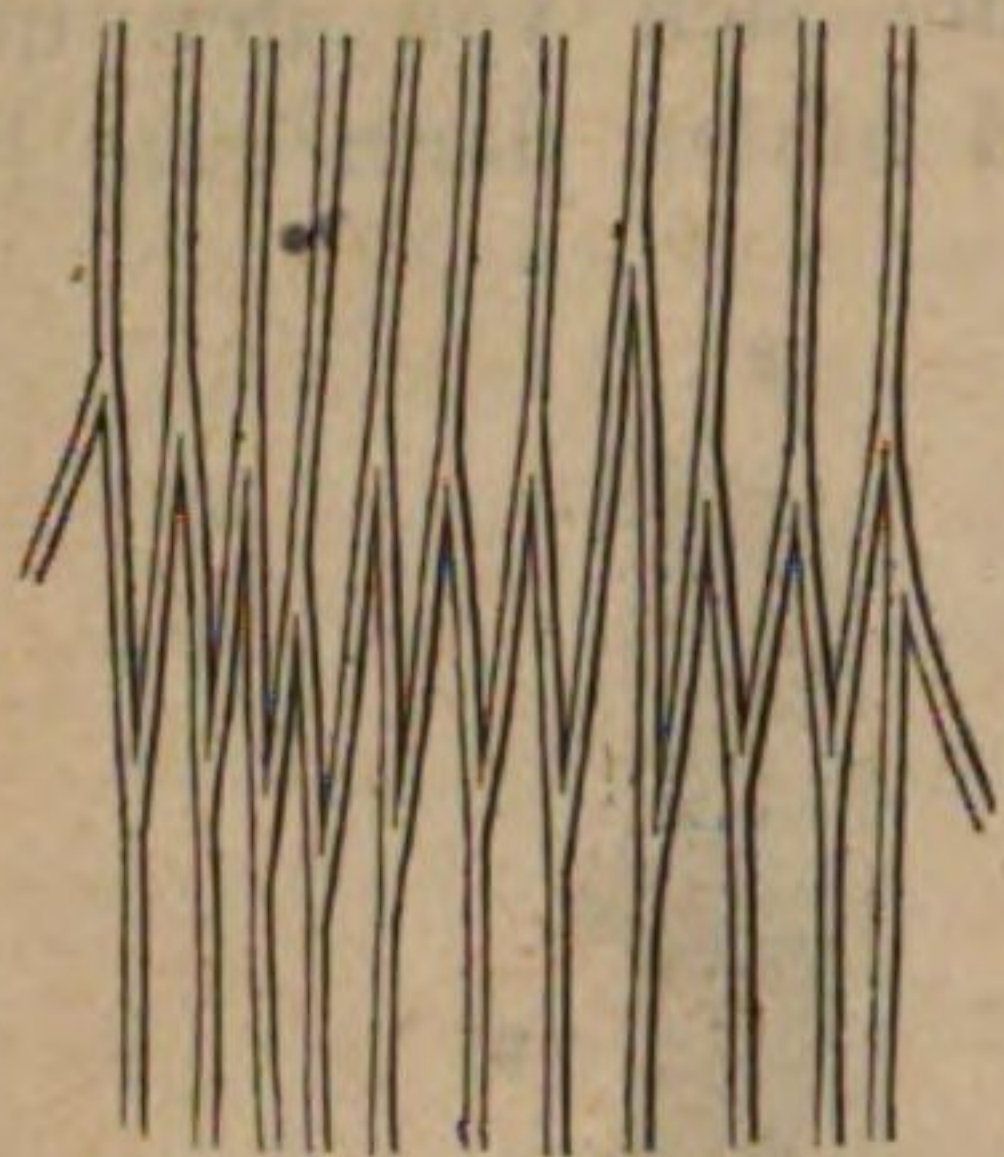


Fig. 23. Prosenchymgewebe im Längsschnitt (schematisch, vergrössert); die spitzen Enden der langen Zellen sind zwischen einander eingeschoben.

Wo bei einer Pflanze zahlreiche verschiedene Gewebeformen vorkommen, wie bei den höheren, den Gefässpflanzen allgemein, da ordnen sich dieselben zu Systemen von Geweben an, welche dann den ganzen Pflanzenkörper überall zusammensetzen. Gewöhnlich finden wir drei solcher Gewebesysteme: das Hautsystem (Fig. 24 e), welches den Körper nach aussen abschliesst, das Fibrovasalsystem (Fig. 24 f), welches in Form von Strängen den Pflanzenkörper durchzieht

und meist faserartige, prosenchymatische Zellformen und Gefässe enthält, und das System des Grundgewebes (g), welches den übrigen Raum

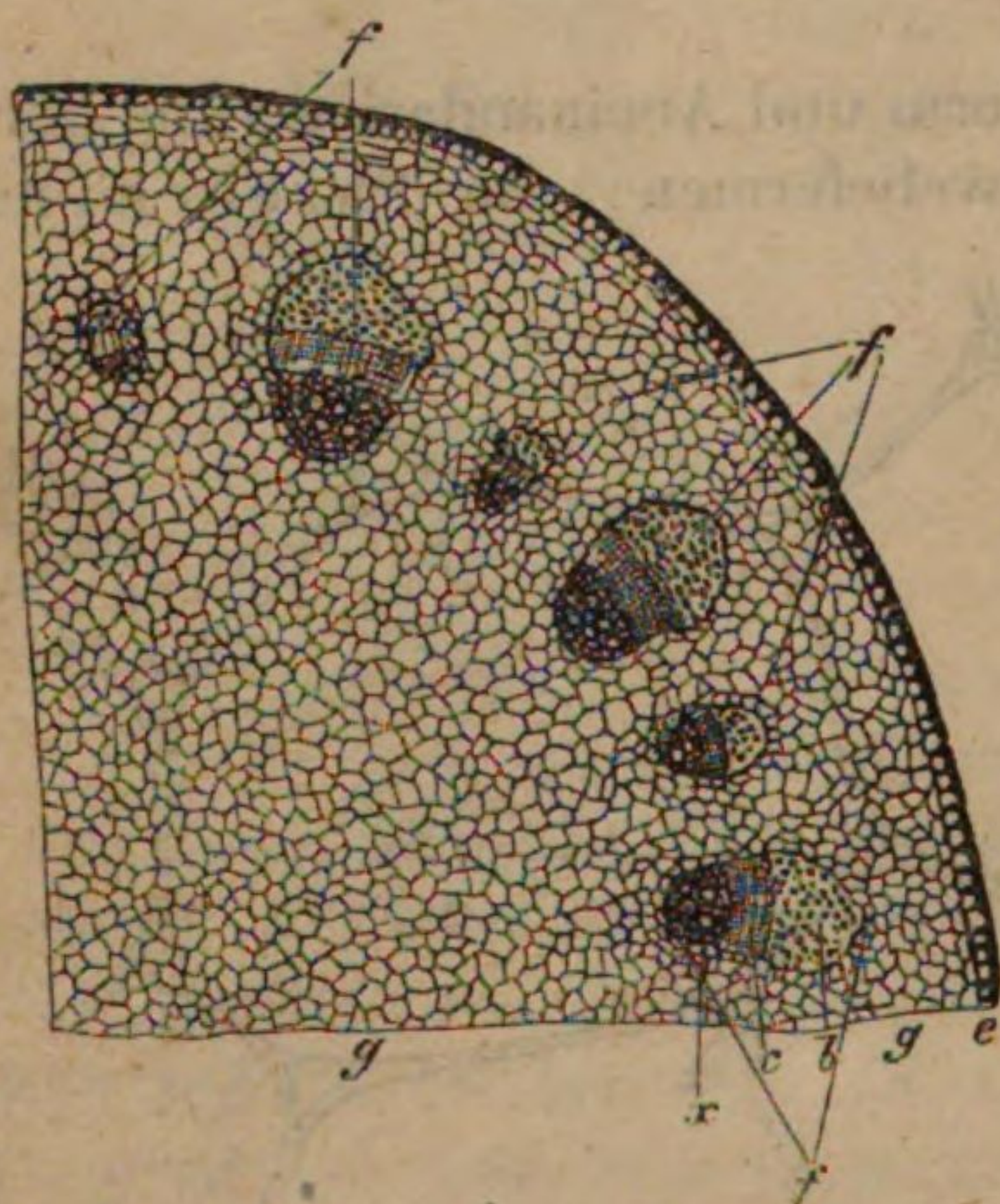


Fig. 24. Die drei Gewebesysteme auf dem Querschnitt des Blattstiels von Helleborus (20); e Hautsystem (Epidermis), g System des Grundgewebes, f Fibrovasalsystem, x Xylem, c Weichbast, b Bastfasern.

ausfüllt. Diese drei Gewebesysteme finden sich in den ausgebildeten Pflanzentheilen; die sehr jungen Organe dagegen, wie z. B. die allerjüngsten Blätter, ebenso die jüngsten Theile der Stengel, Wurzeln, lassen diese Sondernung noch nicht erkennen, sondern dort findet sich ein gleichartiges Theilungsgewebe, das Urmeristem oder Urgewebe, aus welchem die drei Systeme entstehen.

§ 16. Die Hautgewebe. Bei den niederen Pflanzen ist das Hautsystem nicht scharf geschieden vom Grundgewebe und wird eigentlich nur von den äusseren Schichten des letzteren gebildet. Bei den höheren Pflanzen ist die gewöhnliche Form des Hautgewebes die Epidermis oder Oberhaut (Fig. 24 e); diese überzieht die meisten einjährigen Pflanzentheile und

besteht gewöhnlich aus einer einzigen Zellschicht, deren Zellen allseitig (mit Ausnahme der Spaltöffnungen, s. u.) ohne Zwischenzellräume zusammenschliessen; an manchen Pflanzentheilen (z. B. Zwiebel-schalen, Begonienblättern) lässt sie sich als dünnes durchsichtiges

Häutchen leicht abziehen. In einzelnen Fällen (z. B. Blätter von *Ficus*, *Peperomia*) zerfällt die ursprünglich einschichtige Epidermis in zwei oder mehr Zellschichten, von denen dann aber nur die äusserste den Charakter der eigentlichen Epidermis trägt. Zuweilen sind die Epidermiszellen nur wenig verschieden von denen der darunter liegenden Schichten, so z. B. an den Wurzeln und den Blättern mancher Wasserpflanzen; wesentliche Verschiedenheiten jedoch von dem darunterliegenden Gewebe zeigen sie bei den an der Luft wachsenden Stengeln und Blättern, wo sie meistens noch durch besondere andere Bildungen, wie Spaltöffnungen und Haare ausgezeichnet sind. Nur selten enthalten die Epidermiszellen Chlorophyll, hingegen öfters gelöste Farbstoffe. Ihre Form ist an stark in die Länge wachsenden Pflanzentheilen meist langgezogen, an breiten Blättern meist breit tafelförmig; sehr häufig sind die Seitenwände wellenartig gebogen, so dass die benachbarten Epidermiszellen in einander eingreifen. Die äussere Wandfläche ist gewöhnlich stärker verdickt, als die übrigen Wände; ihre äusserste Hautschicht ist immer cuticularisirt und heisst Cuticula; sie ist gegen die inneren Hautschichten, welche auch in verschieden hohem

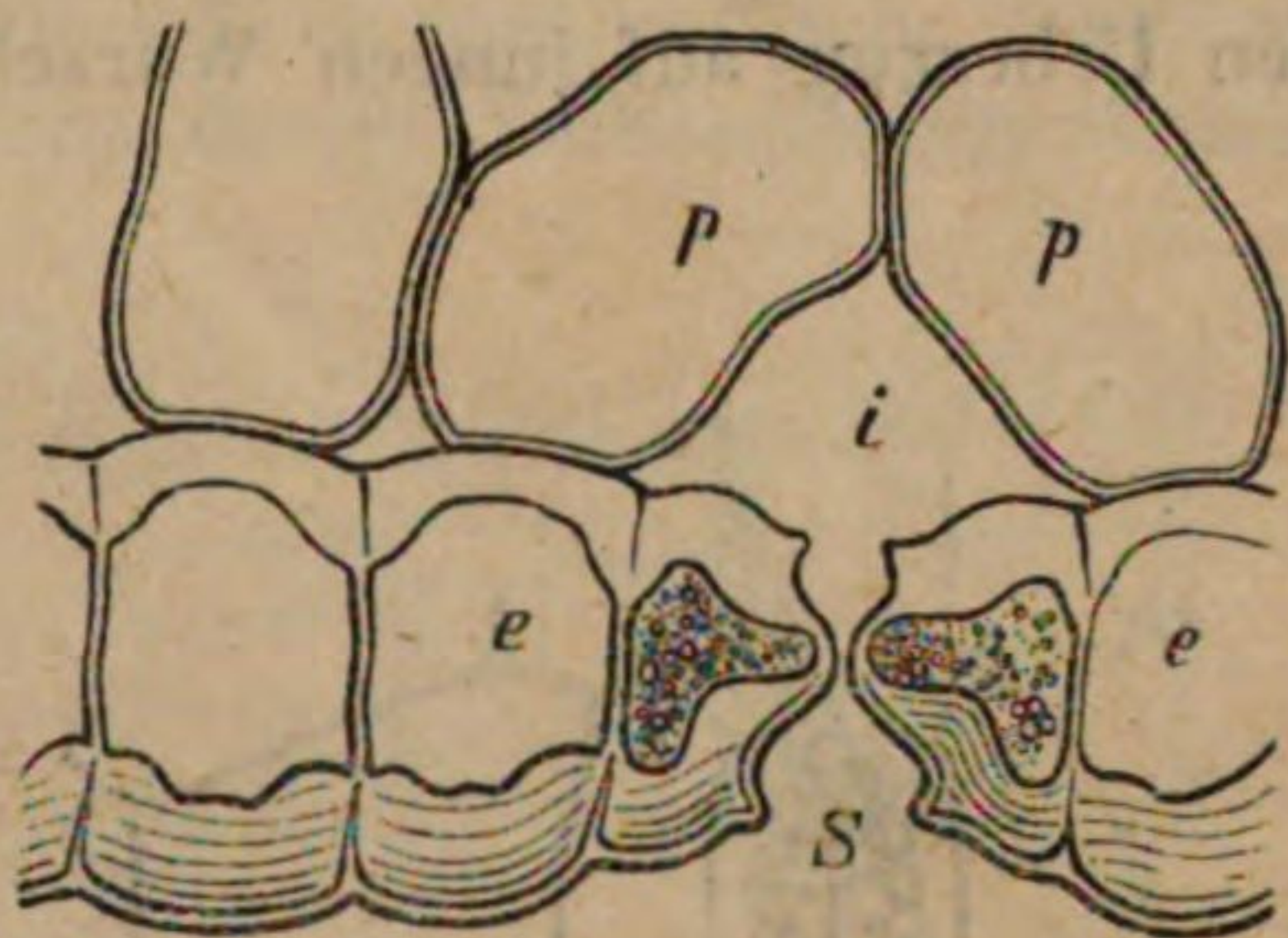


Fig. 25. Epidermis (*e*) mit einer Spaltöffnung (*S*) auf dem Querschnitt des Blattes von *Hyacinthus orientalis* (800); *p* Parenchym des Grundgewebes, *i* Athemhöhle (nach Sachs).

Grade cuticularisirt sind, scharf abgesetzt (Fig. 25) und läuft ununterbrochen über die ganze Epidermis hin; sie hat die Neigung, nach aussen vorspringende Verdickungen zu bilden. Der Cuticula vieler oberirdischer Pflanzentheile sind Wachspartikelchen eingelagert, welche deren Oberfläche vor Benetzung mit Wasser schützen; öfters tritt dieses Wachs an der äusseren Fläche in Form von kleinen Körnchen, Stäbchen oder Krusten hervor und bildet dann bald einen abwischbaren bläulichen Reif, bald aber auch grössere Ansammlungen wie auf den Früchten von *Myrica cerifera*, den Stämmen mancher Palmen (*Ceroxylon andicola* und *Kopstockia cerifera*).

Die Spaltöffnungen sind Organe, welche stellenweise den Zusammenhang der Epidermiszellen unterbrechen und die Verbindung der in den Intercellularräumen und lufthaltigen Gefässen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre vermitteln. Jede Spaltöffnung besteht aus zwei eigenthümlich gebauten Epidermiszellen, den Schliesszellen, welche von der Fläche gesehen meist halbmondförmig sind (Fig. 26 *sz*) und zwischen sich die Spalte (*sp*) einschliessen. Diese führt zu der Athemhöhle (Fig. 25 *i*), einem grösseren Intercellularraume zwischen der Epidermis und dem darunterliegenden Gewebe, mit welchem die übrigen Zwischenzellräume communiciren. Die gesammte Spaltöffnung entsteht dadurch, dass

eine junge Epidermiszelle sich in zwei Zellen, die beiden Schliesszellen theilt, welche von einer Anfangs einfachen, später sich spaltenden Scheidewand getrennt werden. Durch verschiedene äussere Einflüsse wird die Spalte bald verengert, bald erweitert, was durch Formänderung der Schliesszellen bewirkt wird. Die Spaltöffnungen finden sich an fast allen oberirdischen Pflanzentheilen, besonders zahlreich auf Blättern (bis 600 auf einem Quadratmillimeter), fehlen meistens an in Wasser untergetauchten und immer an den Wurzeln.

Die Haare sind Producte der Epidermis und entstehen durch Auswachsen meist einer Epidermiszelle (Fig. 27 c, f) welche einfach ohne Scheidewand bleiben kann (z. B. die Wurzelhaare, welche den sammetartigen Ueberzug auf jungen Wurzeln bilden, die Haare der Samenschale

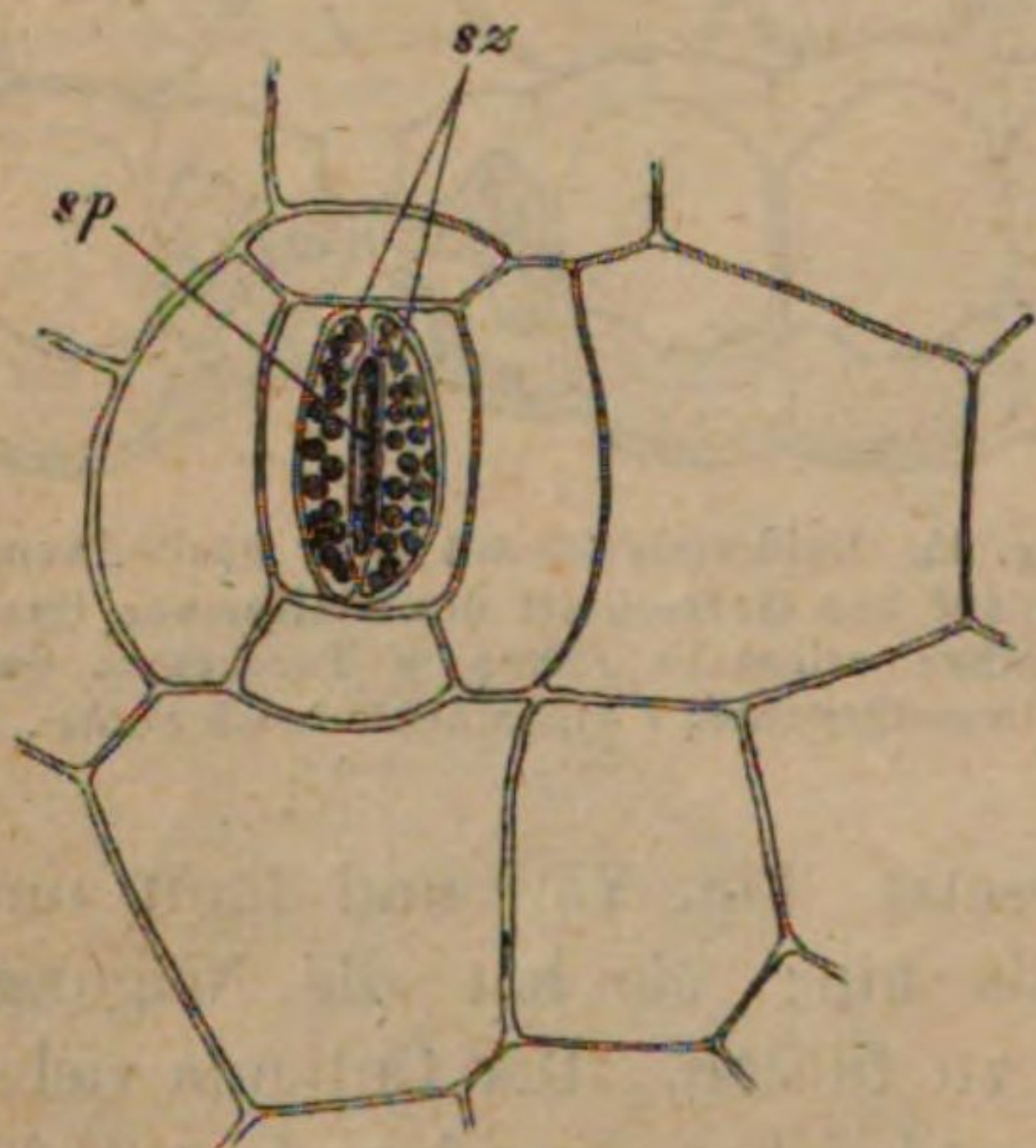


Fig. 26. Spaltöffnung auf dem Blatt von *Comelina coelestis* von der Fläche gesehen (300); *sp* Spalte, *sz* die beiden Schliesszellen.

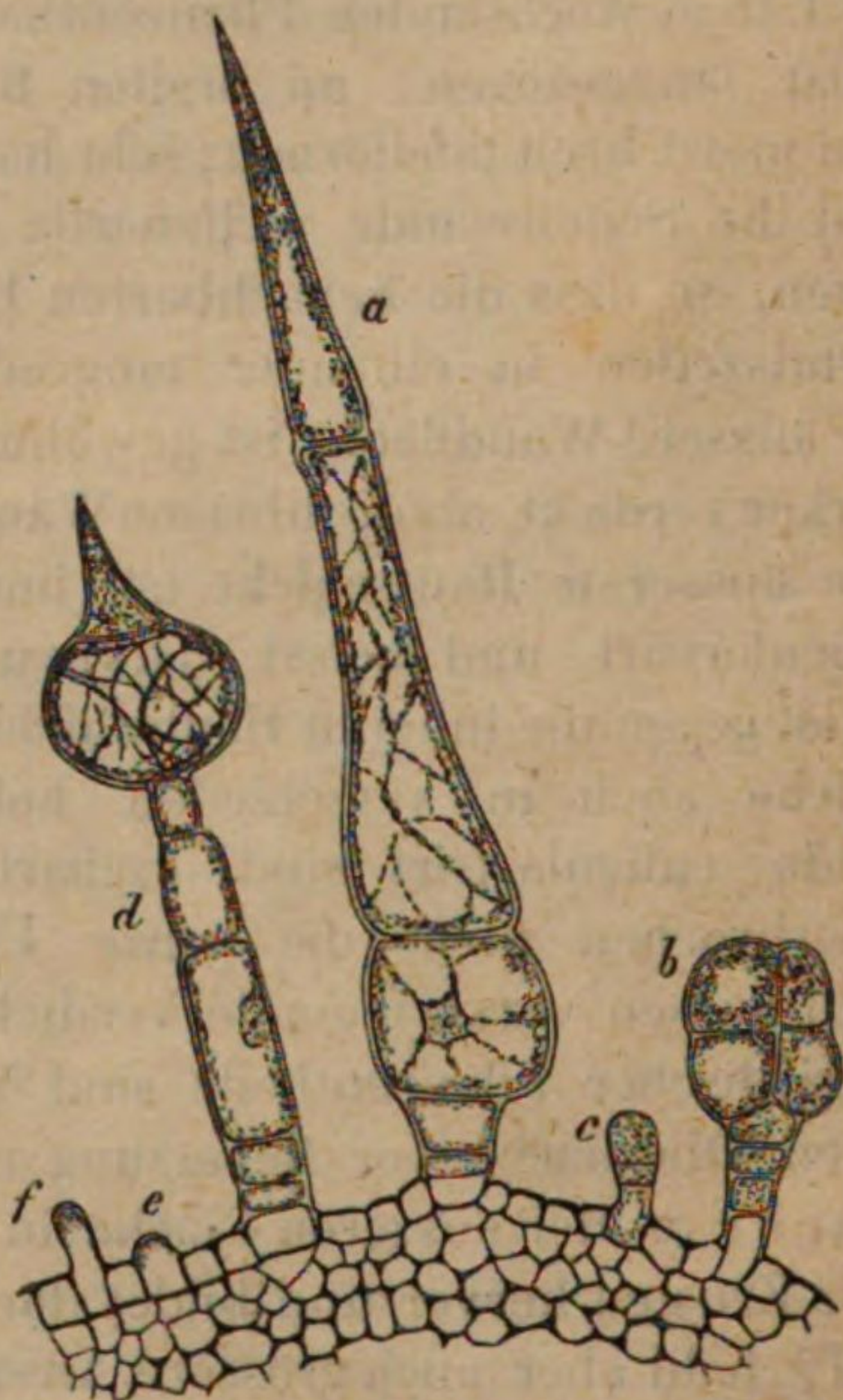


Fig. 27. Haare auf einem jungen Fruchtknoten von *Cucurbita* (100), *b* Drüsenhaar; *c*, *e*, *f* junge Zustände.

von *Gossypium*, aus welchen die Baumwolle besteht), oder sich wiederholt theilt, und eine Zellreihe erzeugt (Fig. 27 a, d); die ausgewachsene Epidermiszelle kann sich aber auch nach der Quere und Länge oder nach verschiedenen Richtungen theilen und so eine Zellfläche (z. B. die Spreuschuppen auf den Blättern der Farnkräuter) oder Zellkörper (z. B. die starken Haare auf den Früchten der Disteln und ähnlicher Pflanzen) erzeugen. Wird ein Haar nur an der Spitze zu einem Zellkörper oder schwellen die obersten Zellen stärker an, so heisst es Drüsenhaar (Fig. 27 b). In manchen Fällen verschwindet der Inhalt der Haarzellen schon frühzeitig, so z. B. bei der Baumwolle, und wird durch Luft ersetzt. Die Membran

verdickt sich bisweilen stark und lagert nicht selten auch grössere Mengen von Kalk und Kieselsäure in sich ein. Die Brennhaare der Brennnesseln und anderer Pflanzen erzeugen einen scharfen Stoff, welcher dadurch, dass die Spitze sehr leicht abbricht, in die berührende Hand gelangt.

An Pflanzentheilen, welche sich durch beträchtliche Zunahme ihres Umfangs auszeichnen, wie z. B. an den Kartoffelknollen, an zahlreichen rüben- oder knollenförmigen Wurzeln, wie denen der Georginen, an Stämmen und Zweigen der Bäume und Sträucher bildet sich nachträglich aus verschiedenen Gewebesystemen ein neues Hautgewebe, der Kork.

Derselbe besteht aus tafelförmigen, rechtwinkelig zur Oberfläche des Pflanzentheils reihenweise angeordneten Zellen, deren Membranen für Wasser kaum durchdringbar, verkorkt sind, und deren Inhalt durch Luft ersetzt wird (Fig. 28 *k*). Die Korkzellen entstehen durch tangential Theilungen zuweilen in der Epidermis selbst, meist aber aus darunterliegenden Zellschichten, indem sich diese in ein Korkzellen erzeugendes Meristem, das *Phellogen*, verwandeln. Entsteht hierdurch eine continuirliche, fortwährend von innen her nachwachsende Korkschicht, so wird diese als *Periderm* bezeichnet (z. B. die Schale der Kartoffeln, an vielen jüngeren Baumzweigen, der Kork der Korkeiche).

Oefters erzeugt das *Phellogen* nach innen hin chlorophyllhaltige Zellen. An den meisten unserer Bäume bilden sich weiter innen, sowohl im Grundgewebe, als im Fibrovasalsystem noch weitere Korklamellen oder Ringe; alle Zellschichten, welche ausserhalb derselben liegen, also den verschiedensten Gewebesystemen angehören können, sterben ab und vertrocknen; diese Gewebemassen, *Borke* genannt, umhüllen die inneren lebendigen Partien der Rinde. Diese *Borke* ist schuppig (z. B. Kiefer), blätterig (z. B. Platane) in Folge der Anordnung der einzelnen Korklamellen; sehr häufig aber ist sie von zahlreichen Längsrissen durchzogen, z. B. an der Eiche, Ulme; dass diese Risse zu Stande kommen, ist eine Folge des Dickenwachstums der

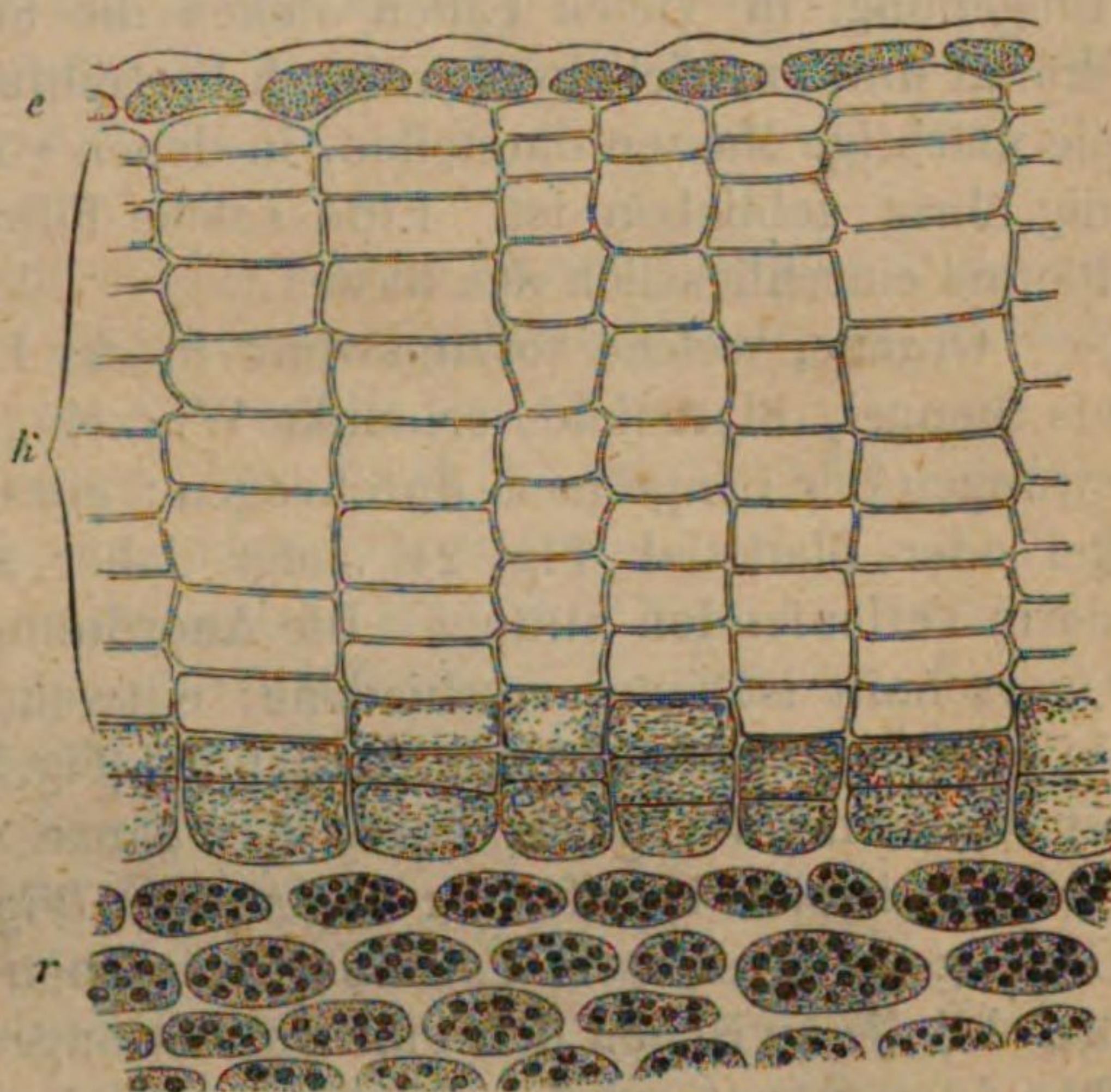


Fig. 28. Kork eines einjährigen Zweiges von *Ailanthus glandulosa* (Querschnitt, 350); *e* die abgestorbene Epidermis, *k* Korkzellen, innen noch theilungsfähig, als *Phellogen*, entstehend aus den Zellen der grünen Rinde (*r*).

Stämme; ihre Form und Anordnung aber ist bedingt durch den Verlauf der faserigen Elemente in der inneren Rinde.

§. 17. **Das Fibrovasalsystem** durchzieht das Gewebe der höheren Pflanzen in Form von fadenförmigen strangartigen Gewebekörpern, welche Fibrovasalstränge, Faserstränge, Stränge oder Gefässbündel genannt werden. Wenn deren Zellen, wie das gewöhnlich der Fall ist, verholzt und fester sind, als die des Grundgewebes, so lassen sie sich aus diesem leicht isoliren; zerreisst man z. B. den Blattstiel des Wegetritts *Plantago maior*, so hängen sie als ziemlich dicke Fäden aus dem Grundgewebe heraus; auch durch Verwesung des letzteren werden sie freigelegt; sie bilden z. B. das Adernetz der Blätter, welches bei deren Fäulniss als Skelet längere Zeit erhalten bleibt. Bei vielen Wasserpflanzen ist aber das Gewebe der Fibrovasalstränge noch weicher, als das ihrer Umgebung. In vielen Fällen stehen die Fibrovasalstränge so dicht gedrängt und entwickeln sich durch Fortbildung ihrer Gewebe derart, dass sie mächtige Massen darstellen, in denen vom Grundgewebe nur sehr wenig übrig geblieben ist. Eine solche Fibrovasalmasse ist das Holz der Bäume einschliesslich des Bastes.

Organe, welche vorzugsweise in der Längsrichtung entwickelt sind, als Stengel, Blattstiele, schlanke Wurzeln, werden von den Fibrovasalsträngen der Länge nach durchzogen; ein Querschnitt durch einen Stengel oder Blattstiel (Fig. 24) zeigt daher zugleich die Querschnitte der darin verlaufenden Stränge. Die Anordnung derselben auf einem solchen Querschnitt ist eine verschiedene: entweder ist nur ein einziger in der Axe des Organs verlaufender vorhanden (Fig. 32 *A x*) oder eine grosse Anzahl ist anscheinend regellos durch das ganze Grundgewebe zerstreut, oder endlich sie sind kreisförmig angeordnet (Fig. 24); dieser Kreis theilt das Grundgewebe in zwei Partien, von denen die vom Kreis umschlossene Mark, die zwischen den Fibrovasalsträngen und der Epidermis gelegene Rinde genannt wird; diejenigen Theile des Grundgewebes, welche zwischen den einzelnen Strängen in deren Kreis liegen, heissen Markverbindungen. Diese letztere Anordnung der Stränge findet sich ausschliesslich bei den Dicotyledonen (wohin die Laubbäume gehören) und Nadelhölzern.

Der kräftig ausgebildete Fibrovasalstrang besteht aus zwei Gruppen von Dauergewebe, dem Xylem oder Holzkörper und dem Phloëm oder Bastkörper. Im Xylem herrscht, wenn nicht besondere Lebensweise andere Verhältnisse bedingt, die entschiedene Neigung zur Verholzung sämtlicher Zellwände und zur Erfüllung zahlreicher Zellen mit Luft; es ist daher vorwiegend der feste, aber zugleich brüchige Theil des Stranges. Im Phloëm tritt vorwiegend die Neigung zur Bildung weicher geschmeidiger, nur wenig verholzter Zellwände hervor, und die Zellen behalten ihren Saft.

Diejenigen Fibrovasalstränge, welche nur aus diesen beiden Gruppen

bestehen, mithin keines weiteren Wachstums mehr fähig sind, heissen geschlossene; andere dagegen enthalten noch eine Schicht von Theilungsgewebe (Cambium), welches den ganzen Strang seiner Länge nach durchsetzt und durch seine Thätigkeit die Masse des Xylems und des Phloëms, welche auf verschiedenen Seiten des Cambiums liegen, vermehrt; diese cambiumhaltigen Stränge werden offen genannt.

Der Holzkörper eines Fibrovasalstranges (so lange derselbe nicht durch die Thätigkeit des Cambiums verändert worden ist) besteht aus folgenden drei Zellformationen:

1) ächten Gefässen oder Holzlöhren, welche je nach der Verdickung ihrer Wände Spiral-, Ring-, Netz-, Treppen- oder getüpfelte Gefässe sind (s. Fig. 4, 2 C, §. 3 und 43);

2) langgezogenen, engeren, prosenchymatischen Zellen, den Holzzellen oder Holzfasern (s. Fig. 2 B), denen häufig noch

3) parenchymatische Elemente in mehr oder minder grosser Menge beigeordnet sind (Holzparenchym).

Ebenso besteht der Bastkörper aus:

1) gefässähnlichen Elementen, den Siebröhren, welche mit Ausnahme der von feinen offenen Tüpfeln durchsetzten dicken Querwände dünnwandig und mit schleimigem Saft erfüllt sind;

2) prosenchymatischen Formen, den Bastfasern (Fig. 2 A), welche oft sehr lang, stark verdickt, aber geschmeidig sind;

3) parenchymatischen dünnwandigen Zellen (Phloëmparenchym).

Die dünnwandigen Elemente des Bastkörpers werden als Weichbast zusammengefasst im Gegensatz zu den dickwandigen Bastfasern.

Je nach dem Ort, an welchem man einen Fibrovasalstrang durchschneidet, und je nach der Natur der Pflanze können die genannten Zellformen mehr oder minder vollständig vertreten sein.—

Die Anordnung der einzelnen Zellformen im Holz- und Bastkörper, sowie die gegenseitige Lagerung dieser beiden Partien ist eine sehr verschiedene:

In den Stämmen der Farne und verwandter Pflanzen liegt der Holzkörper in der Mitte des geschlossenen Stranges, umgeben vom weichen Bastkörper.

Auf dem Querschnitt eines geschlossenen Fibrovasalstranges, wie sie in den Stengeln der Monocotyledonen (z. B. Gräser) vorkommen (Fig. 29), liegt der Holzkörper der Axe des Stengels näher als der Bastkörper (*v*); in ersterem finden wir bei unserem Beispiele, der Maispflanze, zwei grosse getüpfelte Gefässe (*g*), zwischen welchen kleinere ebensolche liegen; weiter nach innen folgen darauf Spiral- und Ringgefässe (*s* und *r*), umgeben von verhältnissmässig dünnwandigen Holzzellen. Im Bastkörper (*v*) ist nur der Weichbast vertreten. Der ganze Strang wird von einer Scheide dickwandiger Zellen umgeben, welche dem Grundgewebe angehören.

Auf dem Querschnitt durch einen offenen Strang im Stengel einer Dicotyledonen-Pflanze, beispielsweise von *Ricinus* (Fig. 30), finden wir zunächst eine Theilung in zwei Partien durch das querdurchziehende Cambium (*c*); ausserhalb desselben liegt der Bastkörper, bestehend aus Weichbast (*y*) und einzelnen Bündeln von Bastfasern (*b*); innerhalb des

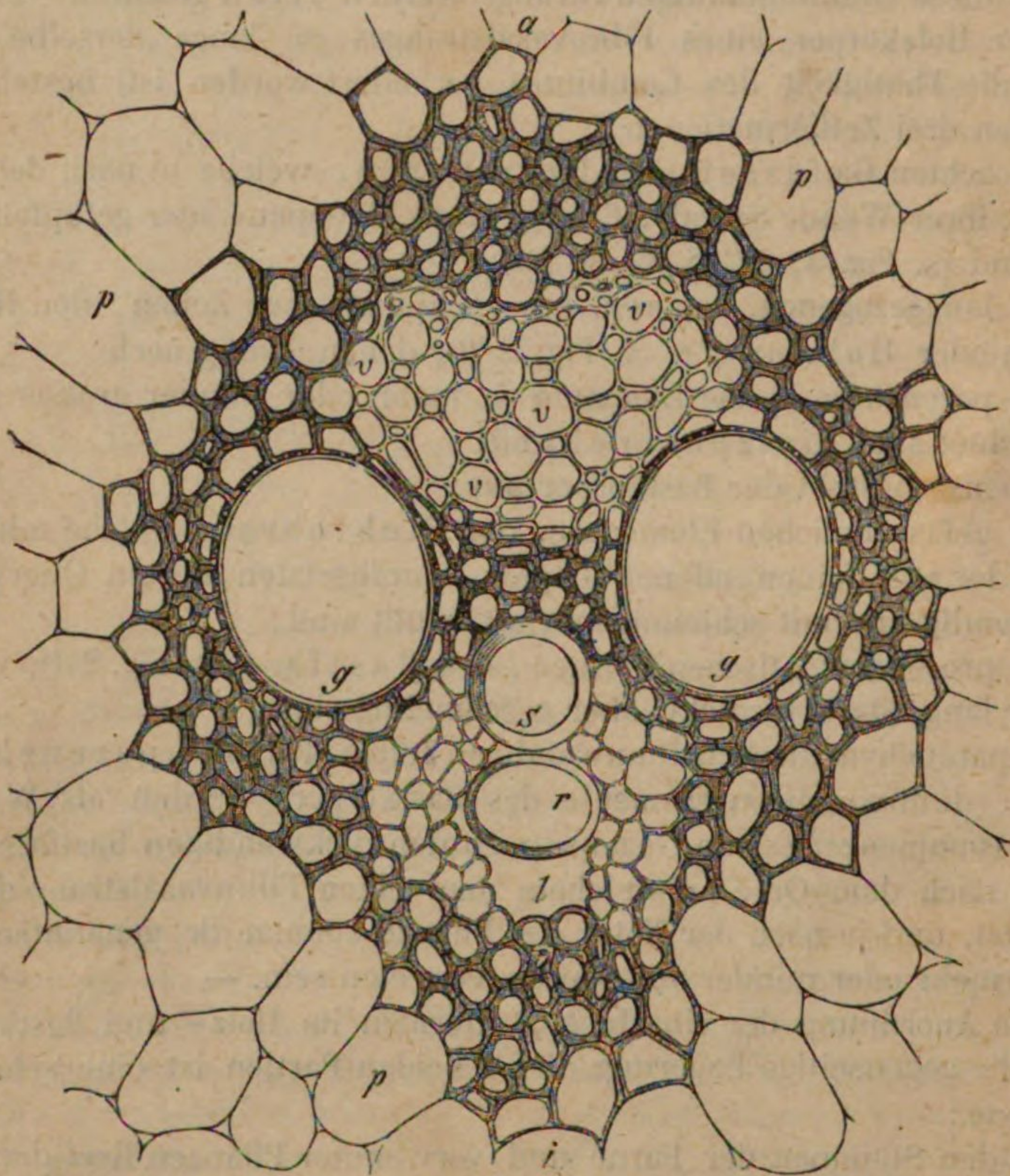


Fig. 29. Querschnitt eines geschlossenen Fibrovascularstranges im Stimm von *Zea Mais* (550), *a* Aussen-
seite, *i* Innenseite bezüglich der Stammaxe; *p* Parenchym des Grundgewebes, *gg* zwei grosse getüpfelte
Gefässe, *s* Spiralgefäss, *r* Ring eines Ringgefässes, *l* lufthaltige Lücke durch Zerreißen entstanden,
umgeben von dünnwandigen Holzzellen. Zwischen den beiden Gefässen *g* liegen kleinere, netzartig ver-
dickte und gehöft getüpfelte Gefässe. Diese Zellformen bilden das Xylem; das Phloem wird gebildet
von Weichbast, (*v*); der ganze Strang ist umgeben von einer (dem Grundgewebe angehörigen) Scheide
dickwandiger verholzter Prosenchymzellen (nach *Sachs*).

Cambiums, d. h. der Axe des Stengels näher, befindet sich der Holz-
körper, bestehend aus grösseren (*g*) und kleineren (*t*) getüpfelten Gefässen
und dazwischenliegenden Holzzellen, näher gegen das Mark zu liegen
Netzgefässe und zu innerst Spiralgefässe.

Dieses Aussehen besitzt ein offener Strang, ehe das Cambium seine Thä-
tigkeit beginnt, welche das Dickenwachsthum des einzelnen Stranges

und des ganzen Stengels bewirkt. Die offenen Stränge sind fast immer auf dem Querschnitt des Stammes in einen Kreis geordnet, und in sehr vielen Fällen entsteht aus dem anstossenden Grundgewebe, den Markverbindungen, durch tangentialen Theilungen (Fig. 30 *cb*) ebenfalls Cambium, welches sich an das der Fibrovasalstränge ansetzt; so bildet sich also ein geschlossener Cambiumring, welcher Mark und Rinde vollständig

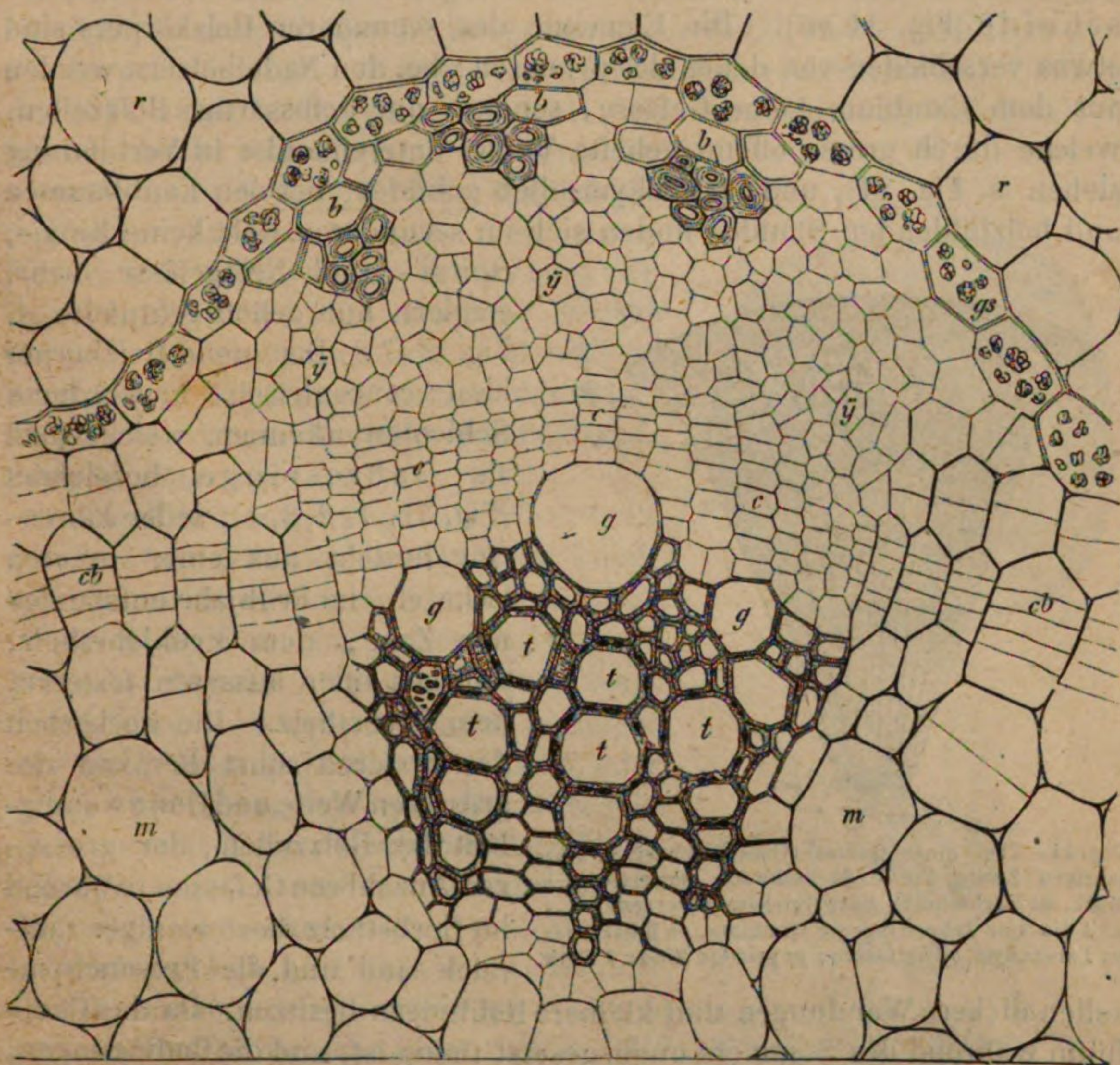


Fig. 30. Querschnitt durch einen offenen Fibrovasalstrang im fertig gestreckten hypocotylen Stengelglied von *Ricinus communis* (300). *r* Rinde, *m* Mark, beides Theile des Grundgewebes. *c* Cambium, *cb* Cambium, das nachträglich aus dem Grundgewebe entsteht; *gg* grosse getüpfelte Gefässe, *tt* kleinere getüpfelte Gefässe, dazwischen Holzzellen; die innersten Gefässe sind Spiralgefässe, *b* Bastfasern *y* Weichbast; *gs* die mit Stärkekörnchen erfüllte Gefässbündelscheide (nach Sachs).

von einander trennt. Die Zellen dieses Cambiumringes theilen sich fortwährend tangential und mitunter radial, so dass die Zellenzahl in Richtung von aussen nach innen, sowie auch in der Richtung des sich dabei vergrössernden Umfangs zunimmt. Von den hiedurch erzeugten Zellen bilden sich die auf der inneren Seite zu Elementen des Holzkörpers, die der äusseren zu solchen des Bastkörpers aus, während die mittlere Zone fort-

während in theilungsfähigem Zustande bleibt. Es kommt also durch die Thätigkeit des Cambiumringes innen ein secundärer Holzkörper, aussen ein secundärer Bastkörper zu Stande, im Gegensatz zu den primären Elementen der Stränge, welche schon vorher ohne Thätigkeit des Cambiums entstanden waren. Die primären Holzkörper der ursprünglichen isolirten Stränge befinden sich somit zu innerst und springen gewöhnlich gegen das Mark hin vor; sie bilden die sog. Markkrone oder Markscheide (Fig. 31 *ms*). Die Elemente des secundären Holzkörpers sind etwas verschieden von denen des primären; bei den Nadelhölzern werden aus dem Cambium keine Gefässe, sondern nur gefässartige Holzzellen, welche durch grosse offene gehöft Tüpfel untereinander in Verbindung stehen (s. Fig. 21), und Parenchymzellen gebildet; bei den Laubbäumen und holzbildenden Stauden finden sich im secundären Holz keine Ring-, Spiral- und Netzgefässe mehr, sondern nur gehöft getüpfelte (s. Fig. 2 C). Der neue Holzkörper lässt concentrisch angeordnete Schichten erkennen, welche man als Jahresringe bezeichnet (Fig. 31. 1, 2, 3, 4). Jeder Jahresring besteht aus einer inneren lockeren, im Frühjahr entstandenen Zone, dem Frühjahrsholz, und aus einer äusseren festeren, dem Herbstholz. Die Lockerheit des ersteren rührt her von der grösseren Weite und Dünnwandigkeit der Holzzellen, der grösseren Anzahl von Gefässen, während im Herbstholz diese weniger zahlreich sind und die Prosenchymzellen dickere Wandungen und kleinere Höhlungen besitzen. Da das Cambium während des Sommers unausgesetzt thätig ist, und die Bedingungen, welche die verschiedene Ausbildung des Holzes veranlassen, sich vom Frühjahr bis zum Herbst allmählich ändern, geht das Frühjahrsholz in das Herbstholz des gleichen Jahres allmählich über, während das letztere vom folgenden Frühjahrsholz scharf getrennt ist. Auf der Aussenseite ist der Holzkörper umschlossen vom Cambium (Fig. 31 *c*), welches aus dünnwandigen, mit Plasma gefüllten Zellen besteht; weiter nach aussen liegt der sich aus dem Cambium fortwährend vergrössernde Bastkörper, auch secundäre Rinde genannt (Fig. 31 *ph*), in welchem auf mannigfaltige Weise Weichbast und Bastfasern angeordnet sind; bei Pflanzen, welche sehr zahlreiche Bastfasern erzeugen, können dieselben schichtenförmig abgelagert sein, so dass man dieselben (im gewöhnlichen Leben schlechthin Bast

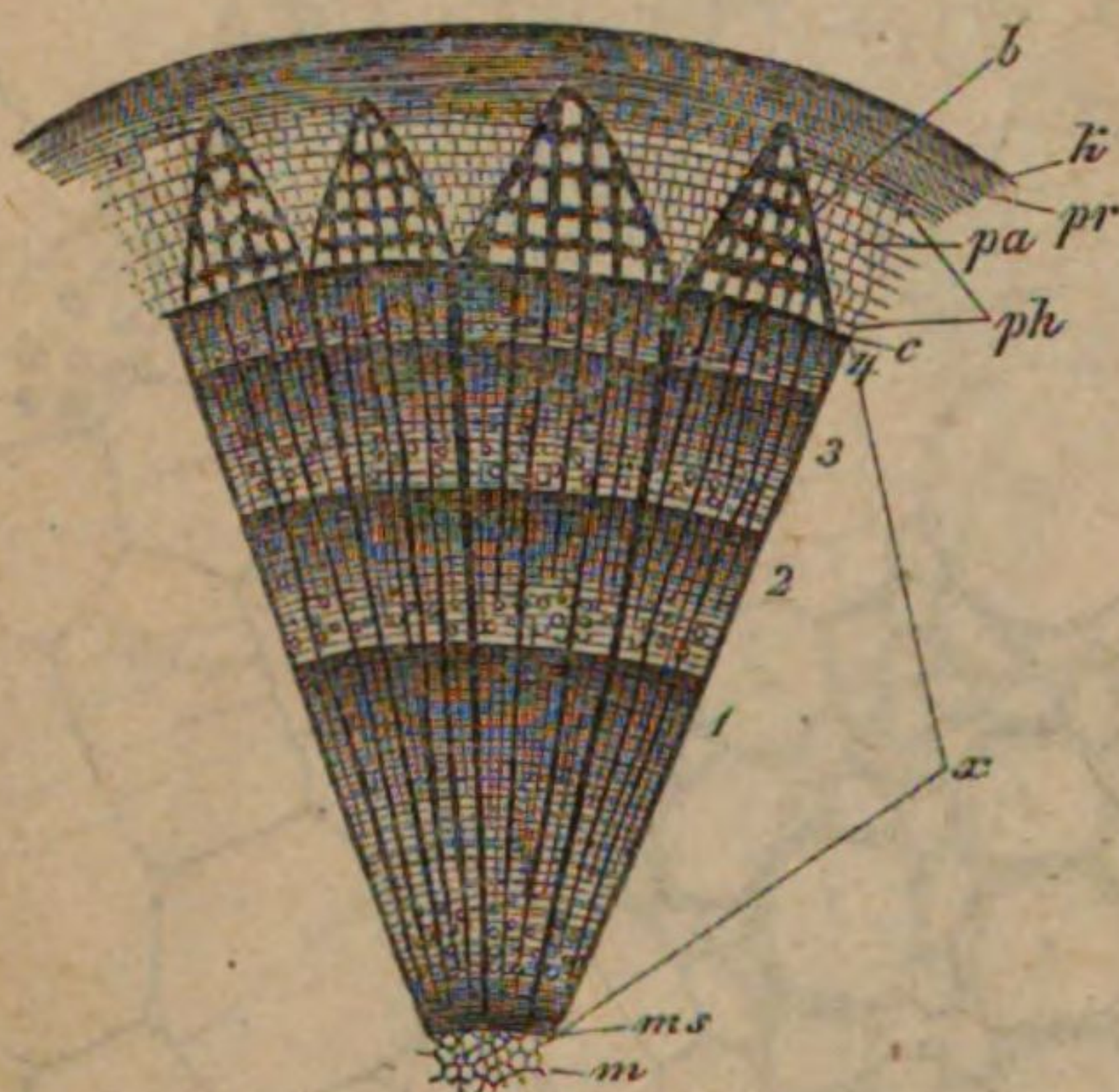


Fig. 31. Theil eines Querschnittes durch einen vierjährigen Zweig der Linde (schwach vergrössert) *m* Mark, *ms* Markscheide, *x* der Holzkörper (secundär) 1, 2, 3, 4 die vier Jahresringe; *c* Cambium, *ph* Bastkörper, *pa* Parenchym, *b* Bastfasern; *pr* primäre Rinde, *k* Kork.

zellen dickere Wandungen und kleinere Höhlungen besitzen. Da das Cambium während des Sommers unausgesetzt thätig ist, und die Bedingungen, welche die verschiedene Ausbildung des Holzes veranlassen, sich vom Frühjahr bis zum Herbst allmählich ändern, geht das Frühjahrsholz in das Herbstholz des gleichen Jahres allmählich über, während das letztere vom folgenden Frühjahrsholz scharf getrennt ist. Auf der Aussenseite ist der Holzkörper umschlossen vom Cambium (Fig. 31 *c*), welches aus dünnwandigen, mit Plasma gefüllten Zellen besteht; weiter nach aussen liegt der sich aus dem Cambium fortwährend vergrössernde Bastkörper, auch secundäre Rinde genannt (Fig. 31 *ph*), in welchem auf mannigfaltige Weise Weichbast und Bastfasern angeordnet sind; bei Pflanzen, welche sehr zahlreiche Bastfasern erzeugen, können dieselben schichtenförmig abgelagert sein, so dass man dieselben (im gewöhnlichen Leben schlechthin Bast

genannt), in ausgedehnten Stücken abziehen kann (z. B. Linde). Jahresringe treten im Bastkörper nicht so deutlich, zuweilen gar nicht hervor. Eine besondere Eigenthümlichkeit der vom Cambium erzeugten Holz- und Bastkörper sind die Parenchymstrahlen oder Spiegelfasern (auch Markstrahlen genannt); sie erscheinen auf dem Querschnitt als radiale Streifen, auf dem radialen Längsschnitt als niedrige, von innen nach aussen verlaufende Platten; sie werden vom Cambium nach beiden Seiten hin erzeugt, so dass ein Strahl ununterbrochen durch Holz, Cambium und Bastkörper verläuft. Je mehr mit dem Dickenwachsthum der Umfang des Holz- und Bastkörpers zunimmt, von desto zahlreicheren Strahlen werden beide zerklüftet. — An jüngeren Stämmen und Aesten wird der Bastkörper auf seiner Aussenseite noch von einem Rest des Grundgewebes, der primären Rinde, (Fig. 31 *pr*) umgeben, welche durch Korkbildung nach und nach entfernt wird; auch die älteren Partien des Bastkörpers werden in die Kork- und Borkebildung hineingezogen.

Die Fibrovasalstränge der Wurzeln weichen in der Anordnung ihrer Theile nicht unerheblich von den bisher betrachteten der Stengel ab. Die jungen und dünnen Wurzeln (Fig. 32 *A*) besitzen einen centralen Fibrovasalkörper, welcher in seiner Axe noch Mark (*m*) enthalten kann oder nicht. Im Fibrovasalkörper liegen regelmässig vertheilt eine bestimmte Anzahl (in Fig. 32 *A* vier) primäre Xylembündel (*g*) und radial zwischen diesen ebenso viele Phloembündel (*b*). Die äusserste Zellschicht des Fibrovasalkörpers wird *Pericambium* genannt und bleibt sehr lange Zeit in bildungsfähigem Zustande. In denjenigen Wurzeln, welche in die Dicke wachsen, entsteht das Cambium zwischen den Xylembündeln und schliesst sich innerhalb der Phloembündel zu einem Cambiumring, der nun seinerseits sich gerade so verhält, wie der eines Stengels, d. h. nach innen secundäres Xylem, nach aussen secundäres Phloem erzeugt (Fig. 32 *B*). Ein sehr ergiebiges Dickenwachsthum besitzen die Wurzeln der Bäume, an deren Oberfläche in derselben Weise, wie an den Stämmen, Kork und Borke gebildet wird. Manche Culturpflanzen zeichnen sich durch dicke saftige Wurzeln aus (z. B. Rüben, Georginen), in denen die

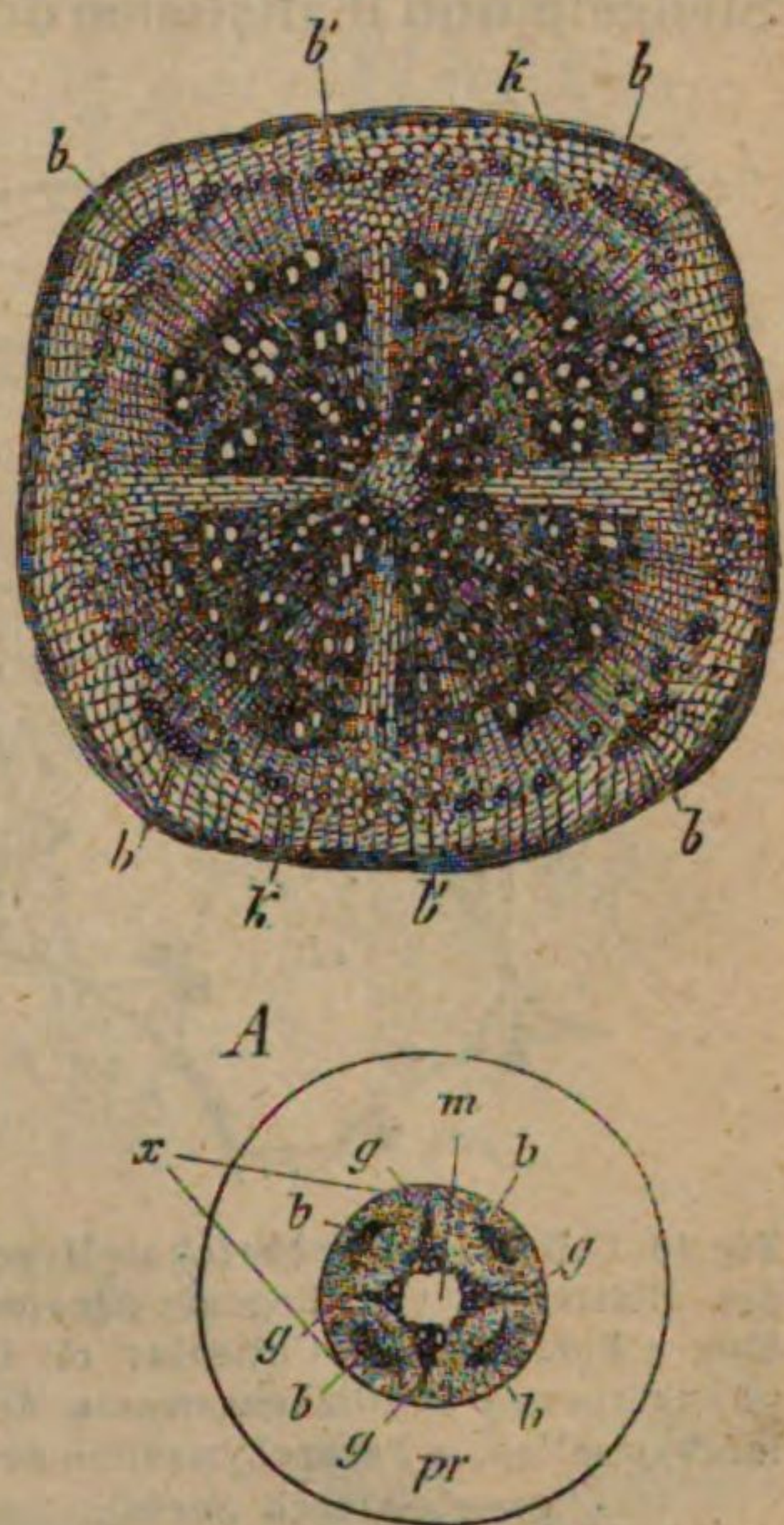


Fig. 32. *A* Querschnitt durch eine junge Wurzel von *Phaseolus multiflorus*; *pr* Grundgewebe der Rinde, *m* Mark, *x* Fibrovasalkörper, *g* primäre Xylembündel, *b* Phloembündel. *B* Querschnitt einer älteren, in die Dicke wachsenden ebensolchen Wurzel, *b'* secundärer Bastkörper, *k* Kork (schwach vergr.) (nach Sachs).

Verholzung des Xylems unterbleibt, ähnlich wie es auch bei knollenartigen Stämmen (z. B. Kartoffel) geschieht; die weiche saftige Masse derselben besteht der Hauptsache nach aus solchen unverholzten Elementen des Xylems.

§ 18. Das **Grundgewebe** umfasst alle diejenigen Gewebemassen, welche nach Bildung der Fibrovasalstränge noch übrig bleiben (Fig. 24 g). Auch in ihm können verschiedene Zell- und Gewebeformen auftreten, insbesondere sind häufig die an die anderen Systeme unmittelbar angrenzenden Partien derselben durch besondere Zellformen ausgezeichnet.

Als **Hypoderma** bezeichnet man die Formen des Grundgewebes, welche als Begleiter der Hautgewebe auftreten. Sehr häufig (in den Stengeln und Blattstielen der Dicotyledonen) erscheint dasselbe als **Collenchym** (Fig. 33 cl), d. h. die Zellen

sind eng, langgestreckt und an den Längskanten mit einer sehr quellungsfähigen Verdickungsmasse (v) versehen. In anderen Fällen besteht das Hypoderma aus faserigen oder sklerenchymatischen Elementen.

Strangscheiden (auch **Schutzscheide**, **Gefässbündelscheide** genannt), sind diejenigen Formen des Grundgewebes, welche die Fibrovasalstränge zunächst umgeben und eine besondere Ausbildung erfahren haben. So sind die geschlossenen Fibrovasalstränge der Gräser (Fig. 29) und Palmen von einer mehrschichtigen Scheide dickwandiger Prosenchymzellen umgeben; eine einfache Schicht von Zellen bildet eine gemeinsame Hülle um die in einen Kreis gestellten offenen

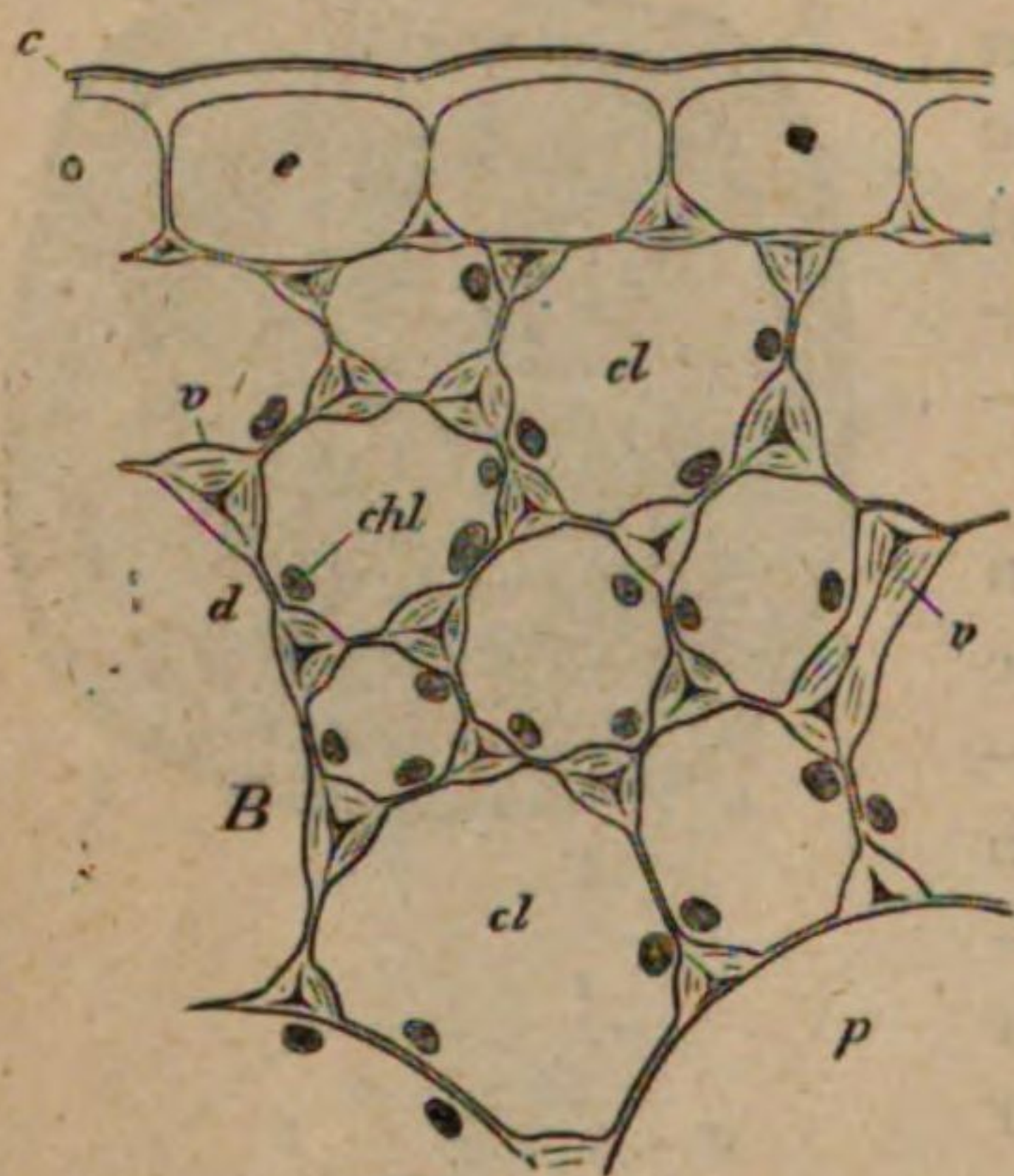


Fig. 33. Collenchymgewebe (cl) als Hypoderma des Blattstiels von *Begonia* (Querschnitt, 550); e Epidermis, c Cuticula; chl Chlorophyllkörner, v Verdickungsmasse der Collenchymzellen, p Parenchymzellen des Füllgewebes (nach Sachs).

Stränge bei vielen Dicotyledonen, indem sie nur deren Bastkörper berührt (Fig. 30 gs).

Die übrige Masse des Grundgewebes, das **Füllgewebe**, besteht (mit Ausnahme des prosenchymatischen Grundgewebes im Stamm der Lycopodiaceen u. a.) aus dünnwandigem saftreichem Parenchym mit Interzellularräumen, welches entweder chlorophyllreich ist, wie z. B. in den Laubblättern und der Rinde von Stengeln, oder farblos wie im Innern saftiger Stengel, in allen Wurzeln und saftigen Früchten. In den verschiedensten Partien des Grundgewebes finden sich bald einzelne Sklerenchym- oder Steinzellen (z. B. im Fleisch der Birnen, im Rindenparenchym vieler Bäume), bald aber auch umfangreiche sklerenchymatische Gewebe, wie in der Schale der Steinfrüchte.

§.19. In den drei Gewebesystemen finden sich ausser den erwähnten Gewebeformen noch andere Bildungen, welche der Ausscheidung und Fortleitung gewisser besonderer, nicht allgemein verbreiteter Stoffe dienen. Dieselben sind entweder Zellfusionen (Milchsaft- und Schlauchgefässe, Drüsen), oder saftführende Interzellularräume (Harz- und Gummigänge).

Die Milchsaftgefässe (Fig. 34) sind Verschmelzungen geradliniger oder verzweigter anastomosirender Zellreihen, welche theils im Grundgewebe, theils im Fibrovasalsystem, bald auch in beiden zugleich verlaufen und einer sehr grossen Anzahl von Pflanzen zukommen, z. B. Mohn, Campanula, Löwenzahn und verwandten Pflanzen, wie Schwarzwurzel u. s. w. Ihr Inhalt besteht aus einem wässrigen Saft, in welchem verschiedene Pflanzenstoffe aufgelöst sind, und darin suspendirten kleinen Partikeln, welche eine Art Emulsion bilden und sehr häufig Kautschuk enthalten. Solcher Milchsaft findet sich bei anderen Pflanzen in allseitig geschlossenen sehr langgestreckten, oft verzweigten Zellen (Milchzellen), welche im Grundgewebe verlaufen, zuweilen sehr dickwandig (Euphorbia), oder auch dünnwandig (Asclepiadeen, Moreen) sind. Eine grosse Anzahl der wichtigsten Arznei- und Industriestoffe wird aus dem Milchsaft gewonnen; so ist der Kautschuk der eingetrocknete Milchsaft hauptsächlich von *Siphonia*

elastica, einer Euphorbiacee; ebenso ist das Opium nichts anderes, als der Milchsaft aus den unreifen Fruchtkapseln des Mohns *Papaver somniferum*.

Die Schlauchgefässe bestehen aus langgezogenen reihenweise angeordneten Zellen, die entweder eine Art Milchsaft enthalten (wie bei der Küchenzwiebel) oder auch mit Rhaphiden erfüllt sind; sie finden sich bei Monocotyledonen.

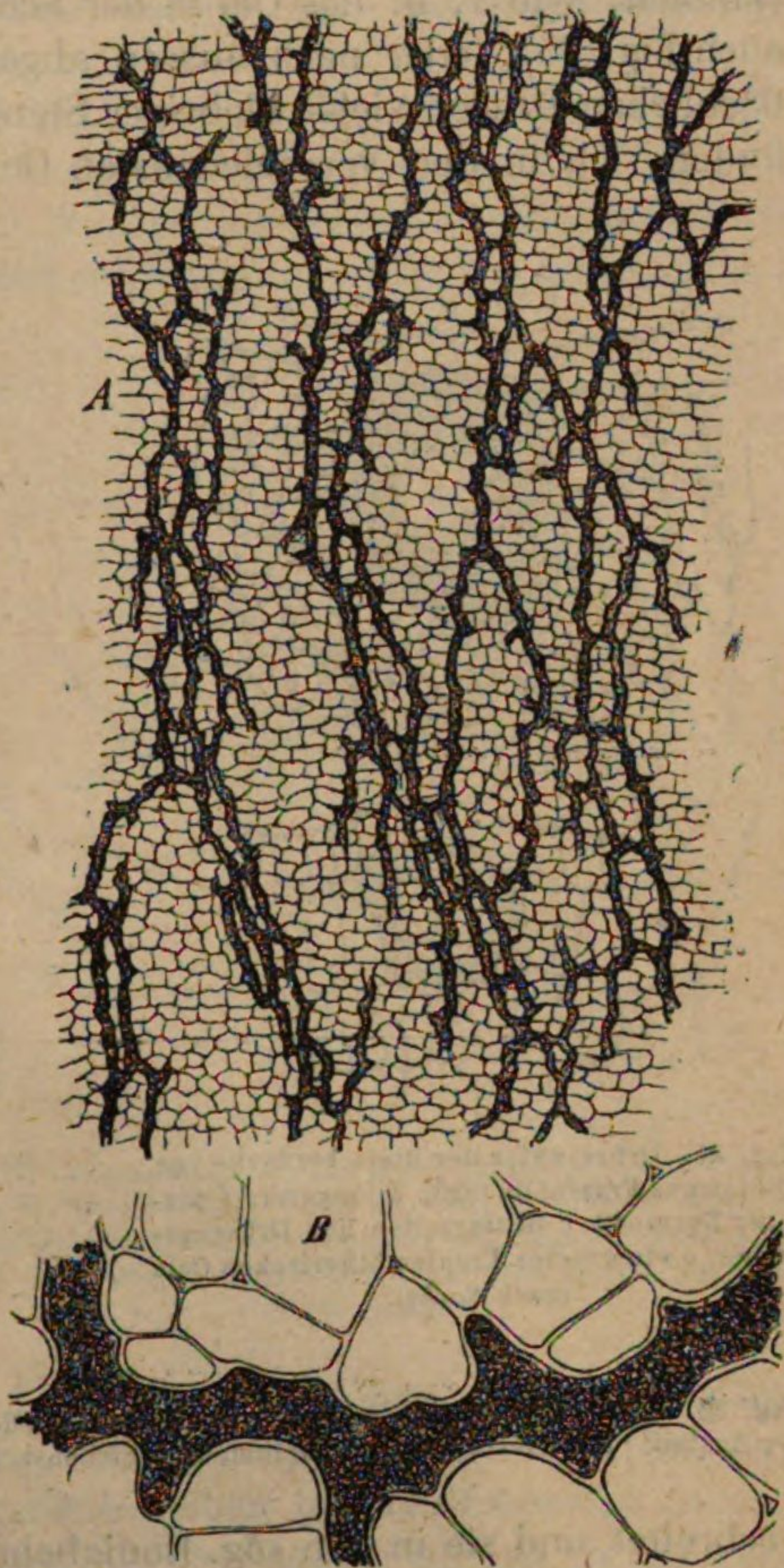


Fig. 34. Milchsaftgefässe im Phloem der Schwarzwurzel (*Scorzonera hispanica*). Tangentialschnitt, A schwach, B ein kleines Stück davon stark vergrössert (nach Sachs).

Als Drüsen bezeichnet man Zellen oder Zellcomplexe, welche besondere, meist riechende, ölige, harzige oder zuckerartige Stoffe enthalten. In solchen Zellencomplexen wird häufig ein Theil der Zellwände aufgelöst, so dass eine mit dem betreffenden Stoff erfüllte Höhlung entsteht (Fig. 35). Der Stoff wird entweder im Innern der Drüse selbst angesammelt, wie z. B. das Oel in der Schale der Citronen und Orangen (s. auch Fig. 35), oder nach aussen abgeschieden, wie z. B. an den oberflächlichen Drüsen vieler klebriger Stengel und der Nectarien. Die Drüsen finden sich in den verschiedensten Geweben und Pflanzentheilen; sehr

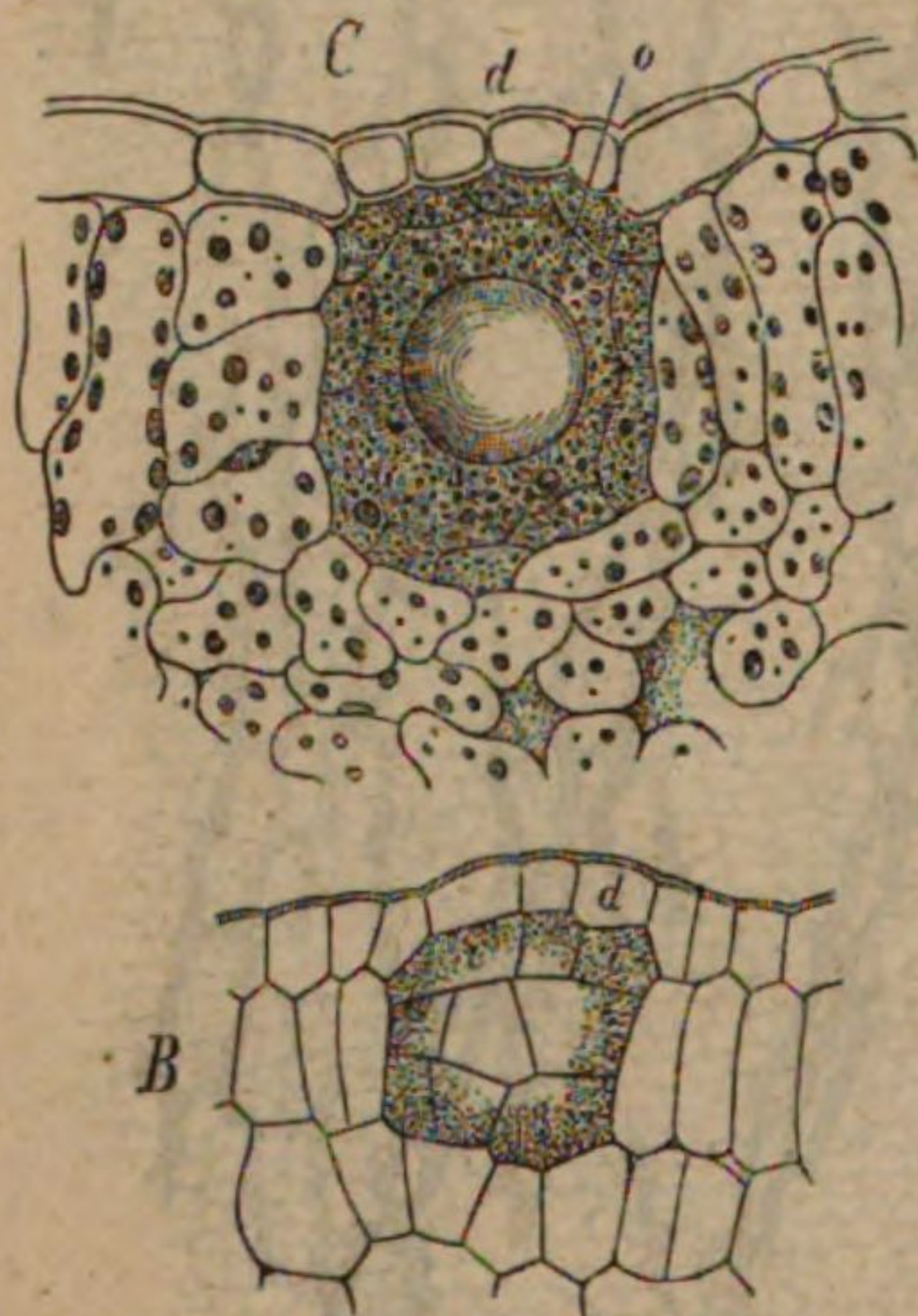


Fig. 35. Drüse unter der Blattoberfläche von *Dictamnus Fraxinella* (320); *B* jüngerer, *C* fertiger Zustand; *c* Mutterzellen des Drüsengewebes, *o* ein grosser Tropfen ätherischen Oels (nach Sachs).

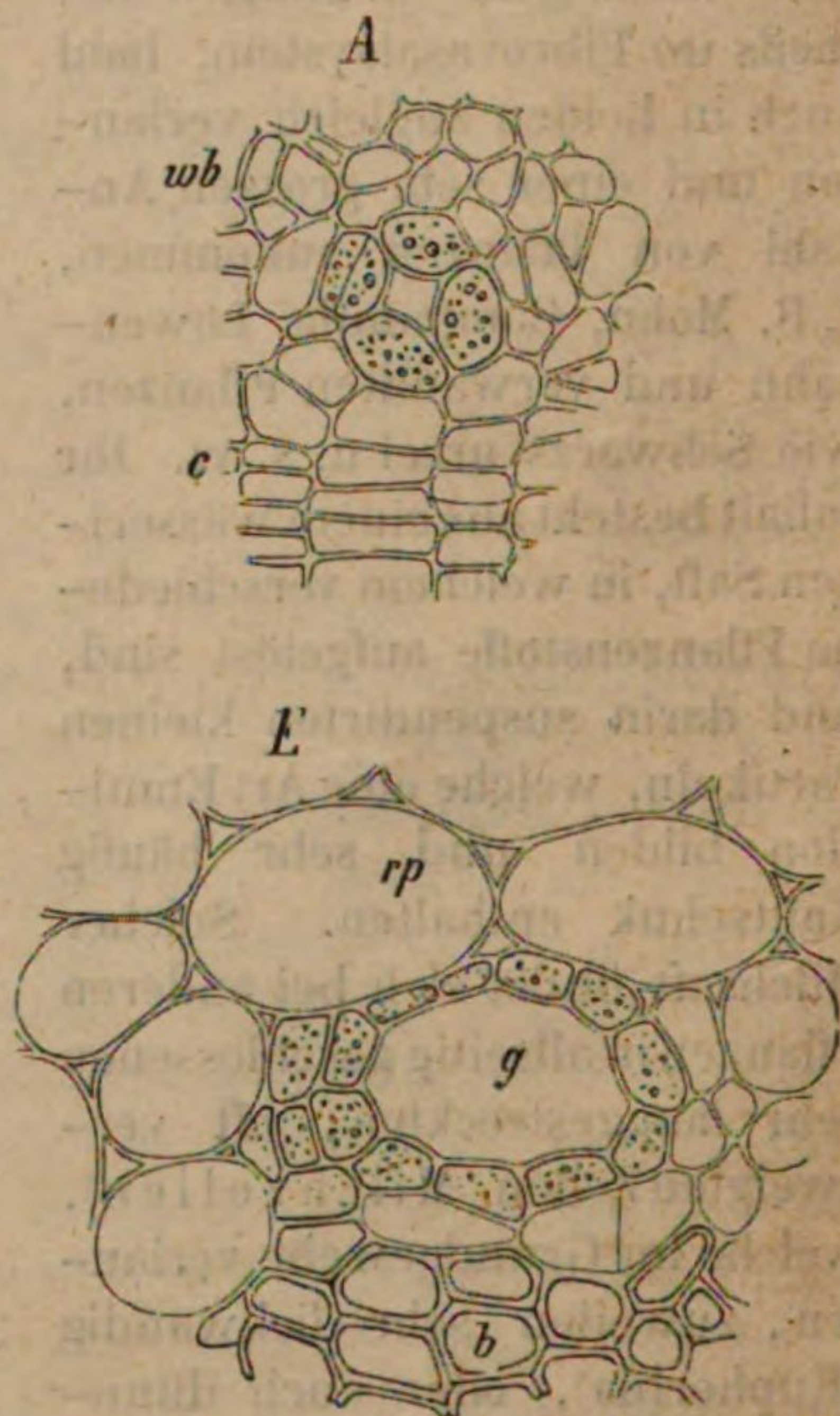


Fig. 36. Harzgänge im jungen Stamm des Epheus, *Hedera Helix* (Querschnitt 800); *A* jüngerer, *E* älterer Zustand; *g* der Harzgang, *c* Cambium, *wb* Weichbast, *b* Bastfasern, *rp* Rindenparenchym (nach Sachs).

verbreitet sind sie in den sog. Honigbehältern oder Nectarien der Blüthen, sowie an vielen Haaren. Die Leimzotten, welche den harzigen oder gummösen Saft absondern, der die sich entfaltenden Knospentheile zahlreicher Bäume, z. B. der Rosskastanie, überzieht, sind Drüsenhaare eigenthümlicher Art.

Die Harz- und Gummigänge sind Intercellularräume, d. h. sie bilden sich durch Auseinanderweichen bestimmter Zellen, welche Harz und ähnliche Stoffe in den Zwischenraum absondern. Diese Zellen zeichnen sich vor dem übrigen Gewebe häufig durch ihre Anordnung und Theilung, sowie auch durch ihren Inhalt aus (Fig. 36). Dieser ist ent-

weder Oel (bei den Compositen), oder ein Gemenge von Gummischleim mit öligen und harzigen Substanzen, ein sog. Gummiharz (bei den Doldengewächsen und Verwandten) oder ein klarer Balsam, der an der Luft zu Harz erhärtet (bei den Nadelhölzern und Terebinthaceen). Die Harzgänge verlaufen gewöhnlich der Länge nach, nehmen jedoch zuweilen das Ansehen von drüsenartigen Harzbehältern an. Sie finden sich nur bei verhältnissmässig wenigen Pflanzenfamilien.

§. 20. **Das Urmeristem und die Scheitelzelle.** Das fortwachsende Ende, der Scheitel der Organe, z. B. der Wurzeln, Stengel, wird Vegetationspunct genannt. An den Wurzeln ist derselbe schon äusserlich bemerkbar als eine Partie von gelblicher Färbung, welche von einer durchsichtigen kappenähnlichen Gewebemasse, der Wurzelhaube (s. u. §. 22), überzogen wird; an Stengeln ist der Vegetationspunct ganz von den jungen Blättern eingehüllt. An den Vegetationspuncten sind die bisher beschriebenen Zellformen und Gewebesysteme noch nicht vorhanden, hier findet sich vielmehr ein Gewebe, dessen Zellen sämtlich theilungsfähig, protoplasmareich, dünnwandig sind und ohne Intercellularräume zusammenschliessen, das Urmeristem oder Urgewebe. Aus diesem bilden sich allmählich die verschiedenen Gewebesysteme heraus durch verschiedene Ausbildung der anfangs gleichartigen Zellen. Die meisten Blätter, Früchte und manche andere Organe bestehen in ihrer frühesten Jugend ganz und gar aus Urmeristem, welches sich später überall in die verschiedenen Gewebeformen und Systeme umbildet, so dass gar kein Urmeristem mehr übrig bleibt. An solchen Organen hingegen, welche ein lange andauerndes Scheitelwachsthum besitzen, wie die meisten Stengel und Wurzeln, bildet sich in demselben Maasse, als das Urgewebe in Dauerewebe übergeht, fortwährend wieder neues Urmeristem durch Entstehung neuer Zellen dicht am Scheitel.

Bei den Kryptogamen geschieht diese fortwährende Bildung des Urmeristems durch Vermittelung einer einzigen, durch Grösse und Form ausgezeichneten, die Spitze des Organs einnehmenden Zelle, der Schei-

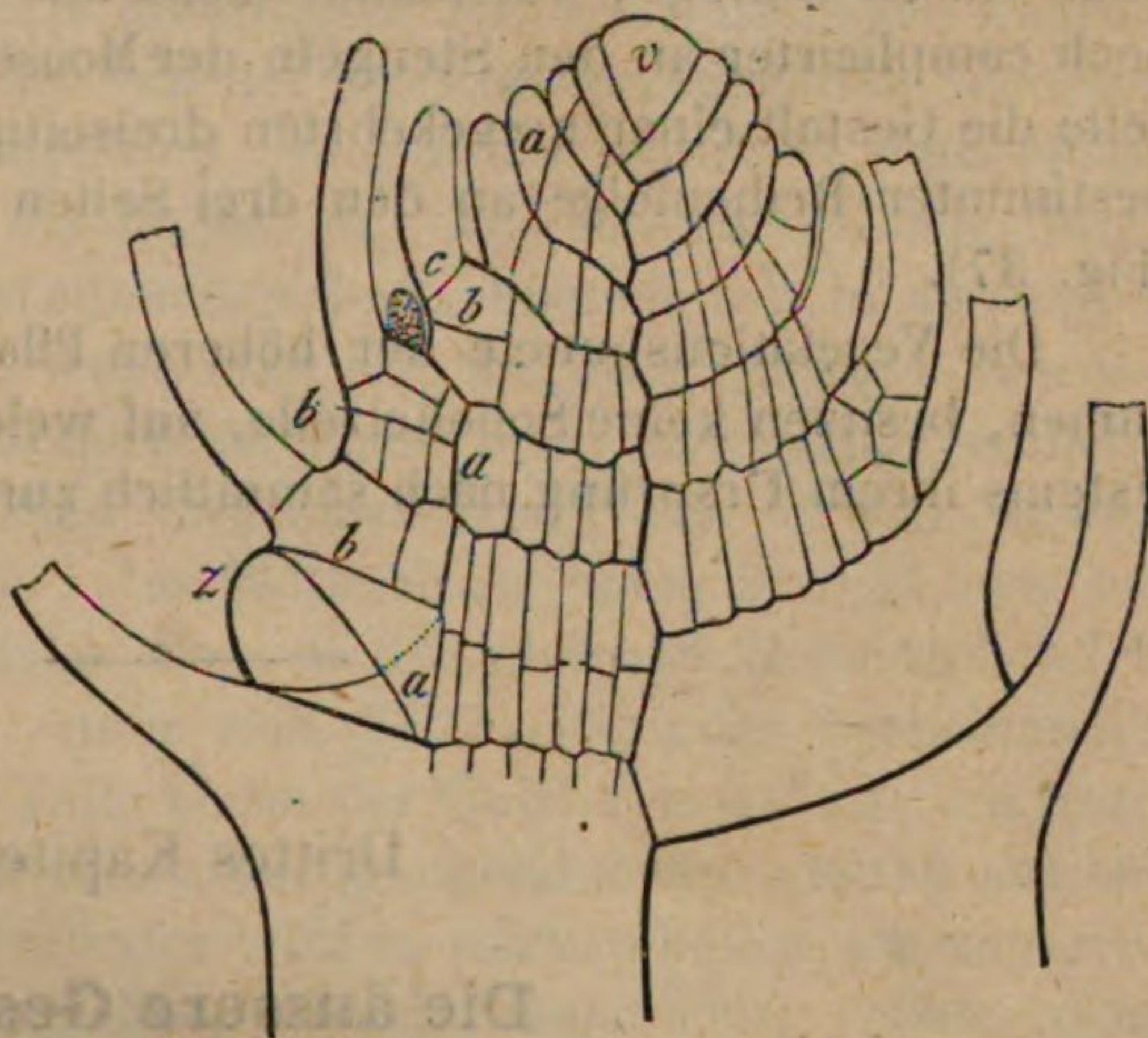


Fig. 37. Scheitelzelle (*v*) und deren Segmente. Längsschnitt durch die Stengelspitze eines Mooses, *Fontinalis antipyretica* (vergrössert); die aus den einzelnen Segmenten entstandenen Gewebepartien sind durch stärkere Linien umzogen (nach Sachs).

telzelle (Fig. 37 v). Aus ihr entstehen sämtliche Zellen des Urmeristems und somit des ganzen Pflanzenkörpers dadurch, dass sie sich in bestimmter Reihenfolge in je zwei Zellen theilt, von denen die eine der ursprünglichen Scheitelzelle an Gestalt ähnlich bleibt, wächst und wieder als Scheitelzelle fungirt, während die andere, das sog. Segment, durch weitere Theilungen (*a, b, c*, Fig. 37) einen Theil des Gewebes des betreffenden Organs bildet; das ganze Gewebe desselben setzt sich aus den einzelnen nacheinander erzeugten Segmenten zusammen. Die Art der Bildung der Segmente ist bei einigen Algen sehr einfach, wo die Scheitelzelle sich blos durch Querwände theilt, die Segmente also eine Längsreihe bilden; complicirter ist der Vorgang, wenn die Segmente abwechselnd nach rechts und links durch schräge, aufeinanderstossende Wände abgegliedert werden; noch complicirter an den Stengeln der Moose und Farne, wo die Scheitelzelle die Gestalt einer umgekehrten dreiseitigen Pyramide hat und sich in bestimmter Reihenfolge an den drei Seiten durch schräge Wände theilt (Fig. 37).

Die Vegetationspunkte der höheren Pflanzen dagegen, der Phanerogamen, besitzen keine Scheitelzelle, auf welche sich die Zellen des Urmeristems ihrem Ursprung nach sämtlich zurückführen liessen.

Drittes Kapitel.

Die äussere Gestalt.

§ 21. **Glieder des Pflanzenkörpers.** Die Pflanze besitzt für verschiedene Lebensvorgänge verschiedene Organe, welche im gewöhnlichen Sprachgebrauch als Wurzeln, Stengel, Blätter, Früchte u. s. w. unterschieden werden. Betrachtet man nun deren Verrichtung oder Function, so sind sie Gegenstand der Physiologie; lässt man aber dieselbe ausser Acht und nimmt nur auf ihre gegenseitigen Stellungsverhältnisse, den Ort und die Art ihrer Entstehung, die Art und Weise ihres Wachstums, ihre Grössenverhältnisse Rücksicht, so erscheinen sie als blosse Theile der Form und können dann als Glieder bezeichnet werden. Bei dieser, der morphologischen, Betrachtungsweise zeigt es sich, dass alle Organe unter vier allgemeine Begriffe zu bringen sind, nämlich Wurzel, Stamm, Blatt und Haar; der Körper der niederen Pflanzen, auf welchen sich diese Begriffe nicht anwenden lassen, wie z. B. der Meerestange, Pilze, Flechten, wird als *Thallus* bezeichnet.

Mit Ausnahme des Stämmchens der Keimpflanze, welches sich direct aus der befruchteten Eizelle bildet, entstehen alle Glieder seitlich an anderen. Die Pflanzentheile sind im Stande, sich selbst wiederholend

gleichartige seitliche Glieder zu erzeugen; so bildet z. B. eine Wurzel hinter ihrer Spitze nach und nach völlig gleichartige Seitenwurzeln; andererseits erzeugen sie aber auch von ihnen selbst verschiedene, zum Theil unter sich gleichartige seitliche Glieder; an einem Stamm z. B. entstehen ausser den Zweigen auch Blätter, Wurzeln, Haare, an den Blättern wieder Haare u. s. w. Wenn dieser Vorgang ganz normal verläuft, so entsteht immer das jüngste von den unter sich gleichartigen Gebilden zunächst dem Vegetationspunct, so dass also z. B. die jüngste Seitenwurzel der Spitze der Mutterwurzel näher steht, als alle anderen Seitenwurzeln; ebenso ist jedesmal das jüngste Blatt dasjenige, welches der Spitze des Stammes am nächsten steht; daher erhält man bei normal erzeugten Gliedern die zeitliche Reihenfolge unmittelbar aus der räumlichen Anordnung, d. h. zählt man die Blätter von der Basis des erzeugenden Stammes gegen dessen Spitze hin fortschreitend, so gibt die räumliche Reihenfolge zugleich die Entstehungsfolge der Blätter an. Alle seitlichen Glieder nun, welche in dieser Weise geordnet entstehen, bezeichnet man als in *acropetal*er Reihenfolge entstanden. Wenn aber nun auf einer Querzone des erzeugenden Gliedes nicht ein, sondern zwei oder mehr gleichartige seitliche Gebilde entstehen, so nennt man dies einen *Quirl*, z. B. von Nebenwurzeln an einer Hauptwurzel, von Blättern an einem Stengel (wie bei der Einbeere *Paris quadrifolia*); die auf der gleichen Höhe stehenden Glieder eines Quirls können unter sich gleichzeitig oder nacheinander entstanden sein; im ersteren Falle heisst der Quirl *simultan*, im letzteren *succedan*; die Nachweisung der acropetalen Anordnung sowohl der Quirle, als ihrer einzelnen Glieder wird in solchen Fällen schwieriger. Als *adventive* Bildungen bezeichnet man alle diejenigen, welche nicht acropetal angeordnet sind, z. B. die Seitenwurzeln, welche an einer älteren Wurzel regellos auftreten.

Die Bildung seitlicher Glieder kann ferner entweder *exogen* stattfinden, d. h. aus den äusseren Gewebeschichten des erzeugenden Gliedes, wie die Blätter an einem Stamm (s. Fig. 39), oder aber *endogen*, d. h. im Innern des erzeugenden Gliedes mit Durchbrechung der äusseren Schichten desselben; so kommen die Wurzeln aus andern Wurzeln (s. Fig. 38) oder aus Stämmen hervor, ferner manche Zweige, z. B. die der Schachtelhalme.

§. 22. **Wurzeln** sind nach der botanischen Ausdrucksweise nicht, wie im gewöhnlichen Leben, alle unterirdischen Pflanzentheile, sondern nur jene Glieder, welche *endogen* entstehen, keine Blätter erzeugen und an ihrem Vegetationspuncte von einer eigenthümlichen Gewebemasse, der *Wurzelhaube* (Fig. 38 *h*) umgeben sind. Diese wird am Scheitel der Wurzel nach aussen hin abgeschieden, bei den höheren Kryptogamen durch Theilungen der Scheitelzelle, bei den Phanerogamen als Wucherung der jugendlichen, den Wurzelscheitel überziehenden Epidermis. Die äussersten Zellen der Wurzelhaube werden abgestossen, während vom Scheitel

her fortwährend neue zugefügt werden. — Die Wurzeln kommen nur bei solchen Pflanzen vor, welche Fibrovasalstränge besitzen, und enthalten selbst immer Fibrovasalstränge; nur wenige Gefässpflanzen entbehren der Wurzeln vollständig. Haupt- oder Pfahlwurzel heisst bei den Phanerogamen die Wurzel, welche am jungen Keimpflänzchen am hinteren Ende von dessen Stämmchen gebildet wird; sie bleibt bei den Monocotyledonen (z. B. Gräsern) klein; nur bei den Dicotyledonen (wohin z. B. Bohne, Tabak, Hanf, Eiche gehören) und Nadelhölzern erreicht sie eine im Verhältniss zur übrigen Pflanze stehende mächtige Entwicklung. Alle übrigen Wurzeln, die Seiten- oder Nebenwurzeln entstehen seitlich aus dem Stamme oder aus Wurzeln, z. B. aus der Hauptwurzel, oder aus anderen Nebenwurzeln, zuweilen auch aus Blättern. Sie entstehen immer aus einer inneren Gewebeschicht, in Wurzeln aus deren Pericambium,

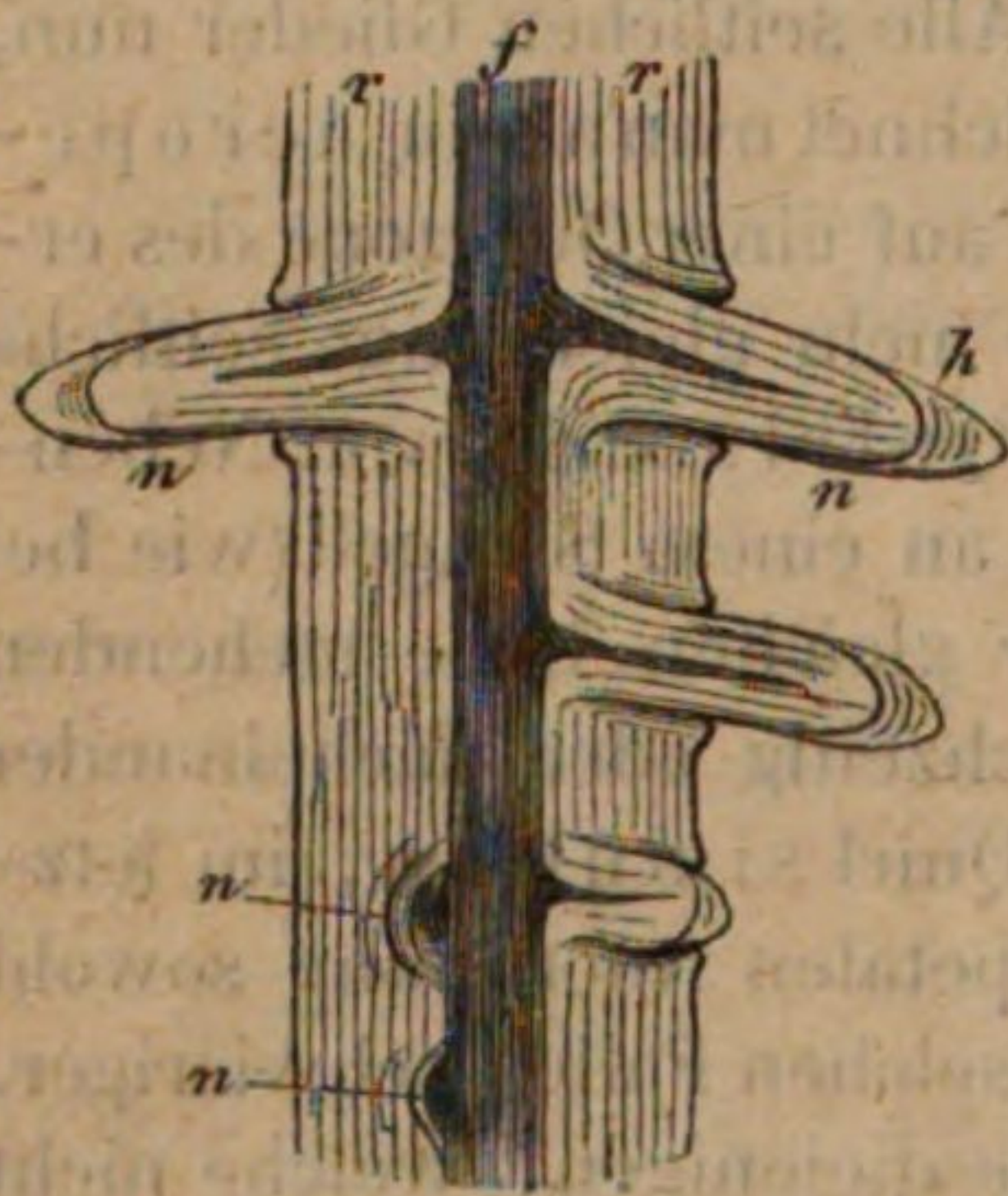


Fig. 38. Seitenwurzeln (*n*), aus dem Pericambium der Hauptwurzel von *Vicia Faba* entspringend (Längsschnitt, 5mal vergr.); *f* Fibrovasalkörper, *r* Rinde der Hauptwurzel, *h* Wurzelhaube der Seitenwurzeln.

d. h. der äussersten Schicht des Fibrovasalkörpers (Fig. 38) und durchbrechen das äussere Gewebe; sie bilden sich hier auf der Aussenseite der ersten Xylemgruppen; und da diese der Länge nach verlaufen, so sind die Seitenwurzeln in Längsreihen an der Mutterwurzel angeordnet; später treten jedoch zuweilen zwischen diesen noch zahlreiche adventive Wurzeln an beliebigen Stellen auf.

Bei einigen Pflanzen (Gräsern und Lilien) kommt es vor, dass die Wurzeln des im Samen enthaltenen Keimpflänzchens von einer Gewebemasse umschlossen werden, welche, von den auswachsenden Wurzeln durchbrochen, dieselbe noch längere Zeit scheidenartig umgibt und Wurzelscheide genannt wird.

Die ursprüngliche Form der Wurzeln ist die fadenförmig cylindrische; nur solche Wurzeln, welche ein nachträgliches Dickenwachsthum erfahren und dabei saftig werden, erhalten Spindelform (z. B. Rüben) oder knollige Anschwellungen (z. B. Dahlia). Physiologisch ausgezeichnete Formen sind die Luftwurzeln vieler tropischer Pflanzen (besonders Baumfarne, Orchideen, Aroideen), welche den auf hohen Bäumen und dgl. lebenden Gewächsen zur Befestigung dienen; die Kletterwurzeln des Epheus, welche aus dem Stamm stellenweise in dichten Reihen hervorbrechen, kurz bleiben und zur dichten Anheftung an Mauern, Baumstämme dienen, und endlich die Saugwurzeln mancher Schmarotzerpflanzen, wie z. B. der Flachsseide *Cuscuta*, welche in das Gewebe der Nährpflanze eindringen.

§ 23. Ein Pflanzentheil, welcher an seinem fortwachsenden Ende

Blätter erzeugt, wird allgemein **Stamm** oder **Axe** genannt; als **Spross** bezeichnet man ein Stammgebilde sammt seinen Blättern. Die **Blätter** sind ausgezeichnet durch das Zusammentreffen folgender Merkmale: sie entstehen 1. immer in acropetaler Reihenfolge, 2. immer exogen (s. Fig. 39) und nehmen 3. immer eine andere Form an, als der sie erzeugende Stamm und dessen Seitenzweige.

Die Blätter entstehen an der Stammspitze allermeist dichtgedrängt; die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke können nun entweder kurz bleiben, (wie z. B. in den Blattrosetten des Wegetritts, der Hauswurz, in den meisten Blüthen), oder eine bedeutende Streckung erfahren, so dass die Blätter auseinandergerückt werden; in letzterem Falle heissen die gestreckten Partien Internodien. Die Grenze zwischen denselben ist bisweilen in hervorragender Weise ausgebildet und heisst Knoten, besonders bei quirlig gestellten (Labiaten) und stengelumfassenden Blättern. Derjenige Theil der Stengeloberfläche, aus welchem das Blatt entspringt, heisst die Insertion des Blattes und deren organischer Mittelpunkt kann als Insertionspunct bezeichnet werden.

Die Verbindung des Stammes mit dem Blatte ist derart, dass die gleichnamigen Gewebe beider continuirlich in einander übergehen; so setzt sich die Epidermis ununterbrochen vom Internodium auf das Blatt fort (Fig. 39); ebenso geht das Rindengewebe des Stammes in das Grundgewebe des Blattes über; auch die Fibrovasalstränge hängen innig zusammen, und zwar sind sie schon bei ihrer ersten Entstehung so angeordnet, dass jeder einzelne Strang aus einem tieferen Stengeltheil emporsteigend mit seinem oberen Ende in ein Blatt hinausbiegt; dem entsprechend heisst der im Stengel verlaufende Theil eines solchen gemeinsamen Stranges die innere Blattspur; bei gewissen Pflanzen (z. B. Hippuris, Farnkräuter) besitzt aber der Stamm einen oder mehrere stammeigene Stränge, an welche sich die von den Blättern kommenden seitlich ansetzen.

Das fortwachsende Ende jedes Sprosses ist die Knospe; dieselbe besteht also aus den jungen, einander bedeckenden Blättern und dem

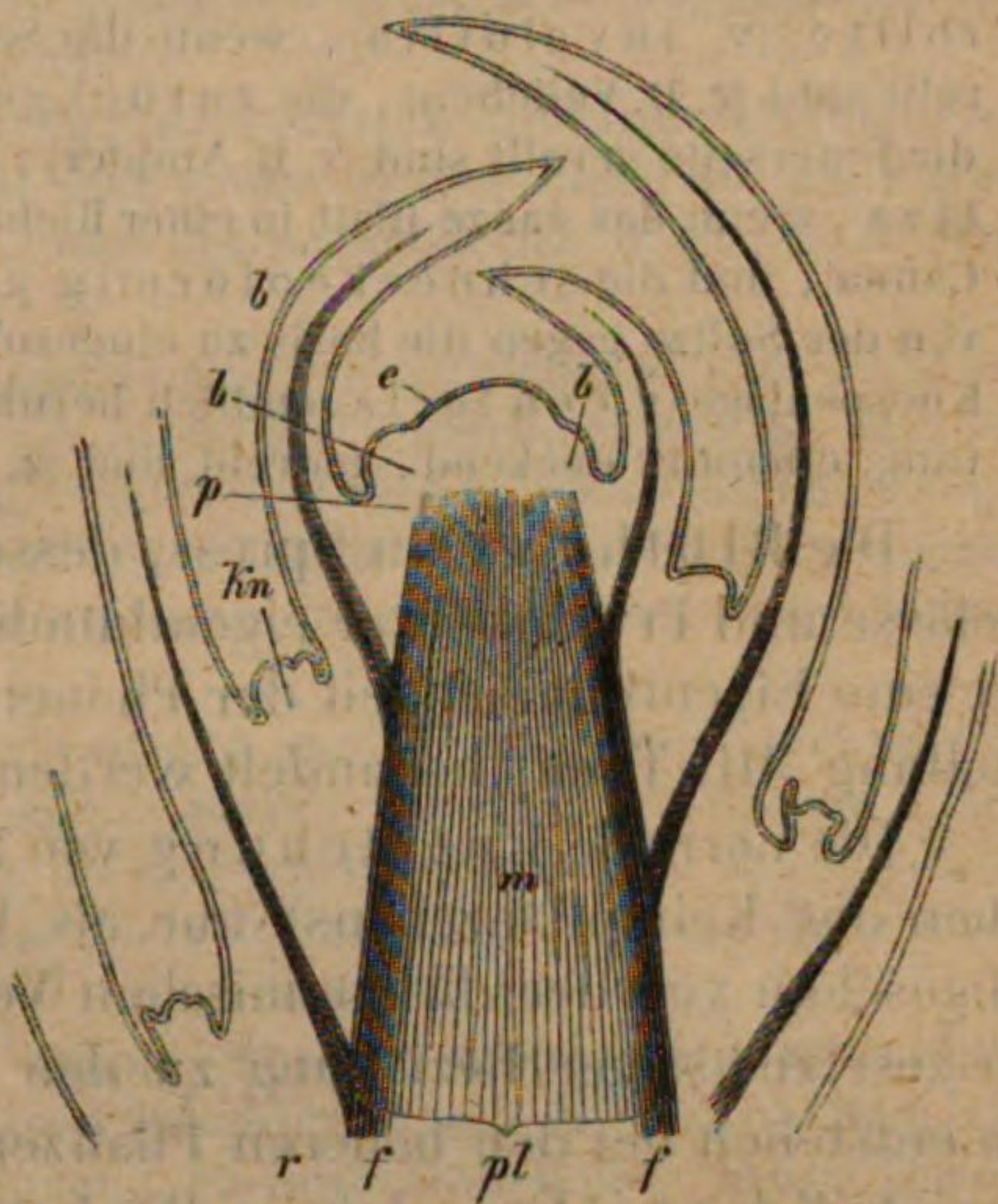


Fig. 39. Längsschnitt durch den Stammscheitel einer phanerogamen Pflanze (schematisch), *b* die jungen Blätter, *kn* deren Achselknospen, *e* die Epidermis, *r* die Rinde, *f* die Fibrovasalstränge, *m* das Mark.

darin eingeschlossenen Axenende; ist der ganze Spross noch sehr jung, so besteht er nur aus der Knospe.

Die jungen Blätter in einer Knospe sind gewöhnlich über das Stammende zusammengeneigt.

Je nachdem sie mehr oder weniger in die Breite wachsen, stossen benachbarte Blätter entweder blos mit ihren Rändern aneinander (klappige Knospenlage, *praefoliatio valvata*), oder sie greifen mit ihren Rändern über einander (deckende Knospenlage, *pr. imbricativa*). Mit Rücksicht auf die Gestalt des einzelnen Blattes in der Knospe (*vernatio*) unterscheidet man die flache Knospenlage (*v. plana*), die gefaltete (*v. duplicativa*), wenn das Blatt an der Mittelrippe nach vorn zusammengelegt ist (z. B. Bohne); die mehrfach gefaltete (*v. plicativa*), wenn das Blatt in zahlreiche longitudinale oder schräge Falten gelegt ist (z. B. Buche); die zerknitterte, wenn Falten und Unebenheiten nach allen Richtungen vorkommen (z. B. Blütenblätter des Mohn); die eingerollte (*v. involutiva*), wenn die Seitenränder gegen die Oberseite zu eingerollt sind (z. B. Veilchen); die zurückgerollte (*v. revolutiva*), wenn sie gegen die Unterseite gerollt sind (z. B. Ampfer); die zusammengerollte (*v. convolutiva*), wenn das ganze Blatt in einer Richtung tütenförmig zusammengerollt ist (z. B. Canna), und die schneckenförmig gerollte (*v. circinata*), wenn das Blatt von der Spitze gegen die Basis zu eingerollt ist (z. B. Farnkräuter); die gedrehte Knospenlage (*v. contorta*) endlich beruht darauf, dass alle Blätter nach einer Richtung, einander deckend, gedreht sind (z. B. Blütenblätter des Immergrün).

Die Blüthe ist ein Spross, dessen Blätter als Kelch, Krone, Staubgefässe und Fruchtblätter eigenthümliche Ausbildung erfahren haben; sie ist eine Eigenthümlichkeit der Phanerogamen und soll erst bei deren Darstellung (III. Theil) behandelt werden.

Die normale Entstehung von Sprossen findet (ausser dem Stämmchen des Keimpflänzchens) nur als Verzweigung anderer Sprosse statt; abgesehen von der dichotomischen Verzweigung (s. §. 26) steht dieselbe in gesetzmässiger Beziehung zu den Blättern des erzeugenden Sprosses; so entstehen bei den höheren Pflanzen, den Phanerogamen, die Sprosse gewöhnlich axillär, d. h. im Winkel zwischen einem Blatt, dem Stütz- oder Deckblatt und dem nächstoberen Internodium (Fig. 39), und zwar meistens einzeln; zuweilen finden sich in der Achsel eines Blattes mehrere Sprosse (wie an manchen Zwiebeln, z. B. von *Muscari*); bei den Kryptogamen jedoch stehen die Seitensprosse häufig neben oder unter einem Blatt, z. B. bei den Moosen.

Adventiv entstehen Sprosse auch auf Wurzeln (sehr häufig bei Laubbäumen, z. B. Pappeln), Blättern (z. B. *Bryophyllum*, manche Farne, wie *Asplenium decussatum*); auch an Blattstielen (bei Farnen, z. B. *Aspidium Filix mas*).

Sowohl normal, als adventiv erzeugte Knospen können sich, bevor sie in die Länge wachsen, von der Pflanze abtrennen und selbständig neue Pflanzen erzeugen; sie werden dann Brutknospen genannt, so z. B. die zwiebelartigen Knospen in den Blattachseln bei der Feuerlilie *Lilium bulbiferum*, in den Blütenständen von *Allium*-Arten; jene schon erwähnten auf dem Blatt von *Asplenium decussatum*. Bei den Moosen und

anderen Kryptogamen versteht man unter Brutknospen verschiedene vegetative Vermehrungsorgane (s. §. 50), welche ausser den eigentlichen Sporen und Sexualorganen noch vorhanden sind.

Die Axengebilde sind ihrer Form nach meist cylindrisch oder prismatisch; Stengel nennt man gewöhnlich die weichen, krautigen Axen von kurzer, einjähriger Lebensdauer; Stamm die holzigen, in die Dicke wachsenden, und deren Seitensprosse Aeste, Zweige.

Knollen (*tuber*) nennt man Sprosse, in denen die Axe an Masse sehr stark überwiegt und besonders in die Dicke wächst, während die Blätter klein und schuppenförmig bleiben (z. B. die Knollen der Kartoffel, von *Helianthus tuberosus*).

Die Zwiebel (*bulbus*) besteht aus einem flachen, niedrigen, kuchenförmigen Axengebilde, welches zahlreiche dicht gestellte und eng zusammenschliessende Blätter trägt (z. B. die Küchenzwiebel, Tulpe).

Wurzelstock oder Rhizom (*rhizoma*) heissen die unterirdischen Stämme, welche jährlich neue krautige Stengel und grüne Blätter über die Erde treiben; sehr häufig wachsen sie horizontal unter der Bodenoberfläche fort (z. B. Maiglöckchen, Anemone, viele Farnkräuter).

Ausläufer (*stolones*) sind dünne lange Seitensprosse, welche dicht auf oder unter der Erde hinwachsen, um sich in einiger Entfernung von der Mutterpflanze zu bewurzeln (z. B. Erdbeeren); auch der ganze oberirdische Stengel mancher Pflanzen liegt in ähnlicher Weise auf der Erde (z. B. Thymian); er heisst dann niederliegend (*caulis decumbens*), und wenn er sich an den Knoten bewurzelt, kriechend, (*c. repens*).

Blattartig heissen Stammgebilde, welche ähnlich, wie die gewöhnlichen Laubblätter flach sind, und nur sehr kleine Blätter tragen (z. B. *Ruscus*); eine grosse Mannigfaltigkeit in der Form der oberirdischen Stämme mit unterdrückter Blattbildung findet sich in der Familie der Cacteen (säulenförmige, kugelige, bandartig flache u. s. w. Stämme).

Stammranken (*cirrhi*) sind dünne lange fadenförmige Axengebilde, welche seitlich an gewöhnlichen Sprossen entspringen und im Stande sind sich um dünne fremde Körper spiralig zu winden; sie tragen höchstens kleine schuppenförmige Blätter (z. B. am ächten und wilden Wein, an der Passionsblume); (s. auch § 44 und Fig. 48).

Windende oder schlingende Stämme (*caules volubiles*) sind dagegen mit grossen grünen Blättern und Blüthen versehene Stengel, welche sich um aufrechte Stützen aufsteigend emporwinden (z. B. Hopfen, Bohne, Winde *Convolvulus*); (s. § 44).

Manche Axengebilde werden zu Dornen (*spinae*), indem sie sich in spitze harte Körper umwandeln; häufig tritt dies an den Enden von Zweigen ein, welche vorher Blätter und Seitenzweige erzeugt haben (z. B. Schlehdorn).

Die Blätter sind meist flach ausgebreitet, dünn, nur selten cylindrisch, prismatisch (wie die sog. Nadeln der Fichte und Kiefer, an Arten von *Mesembryanthemum*, *Sedum*) oder röhrig (Zwiebel, Lauch). Sie lassen sich gewöhnlich durch eine senkrechte Ebene, die Medianebene, welche man durch die Spitze und den Insertionspunct legt, in zwei einander ähnliche Hälften theilen; meist sind diese Hälften einander gleich, wie Object und Spiegelbild: das Blatt heisst dann symmetrisch. Gewöhnlich ist auch die untere oder äussere Fläche des Blattes von der

oberen oder inneren in Structur, Farbe, Behaarung u. s. w. verschieden. In der Regel liegt die Flächenausbreitung (abgesehen von späteren Drehungen) quer zur Medianebene, also auch quer zur Längsaxe des Stengels; in manchen Fällen jedoch (z. B. Schwertlilie) ist das Blatt in seinem oberen Theil in Richtung der Medianebene selbst ausgebreitet.

Bei den reichgegliederten höheren Pflanzen lassen sich verschiedene Blattformationen unterscheiden, indem nämlich bestimmte Regionen des Stengels in gewissen Beziehungen übereinstimmende Blattgebilde erzeugen; es wird dieses Verhältniss auch als *Metamorphose* bezeichnet; abgesehen von den Formationen der Blüthe unterscheidet man dreierlei:

1) Die Laubblätter, gewöhnlich auch kurzweg Blätter (*folia*) genannt; sie sind die verbreitetste Formation, zeichnen sich aus durch reichlichen Chlorophyllgehalt und sind ihrer Verrichtung (der Ernährung durch Vermittlung des Chlorophylls s. II. Theil §. 29) gemäss auf die Ausbreitung am Sonnenlicht angewiesen. Sind sie klein, so sind sie in grosser Menge vorhanden; je grösser sie sind, desto geringer ist ihre Anzahl.

2) die Schuppen oder Niederblätter (*squamae*, *phyllades*) finden sich regelmässig an unterirdischen Stammgebilden (z. B. die Zwiebel-schalen, die Schüppchen der Kartoffelknolle), aber auch an oberirdischen, namentlich als Knospenschuppen der Winterknospen fast aller einheimischen Holzgewächse; sie sind hier die untersten Blattgebilde des jungen Sprosses und fallen nach dessen Entfaltung ab (z. B. die braunen glänzenden Schuppen der Rosskastanie). Niederblätter sind auch die *Cotyledonen* oder Keimblätter der Phanerogamen, d. h. die ersten Blätter der aus dem Samen erwachsenden Keimpflanze. Bei manchen nicht grünen Pflanzen (z. B. *Orobanche*) sind schuppenförmige Niederblätter die einzigen Blätter ausser den Blüthentheilen. Sie sind mit breiter Basis dem Stengel eingefügt und bleiben immer einfach gebaut, ohne vorspringende Nerven; sie dienen gewöhnlich zum Schutz für andere Organe und haben mit der Ernährung nichts zu thun; deshalb enthalten sie nur sehr wenig oder kein Chlorophyll, erscheinen somit auch nicht grün; nur die *Cotyledonen* vieler Pflanzen verhalten sich in dieser Beziehung anders.

3) Die Hoch- oder Deckblätter (*bracteae*) gehören der blüthentragenden Region des Stengels an, sind kleiner als die Laubblätter, mit schmaler Basis am Stengel sitzend und sind entweder grün, oder bunt gefärbt, bisweilen auch rein weiss.

Das Grundgewebe der Blätter, das *Mesophyll*, wird von zahlreichen Fibrovasalsträngen durchzogen, welche, umhüllt von den anstossenden Gewebeschichten, gewöhnlich auf einer der beiden Blattflächen vorragen oder wenigstens auffallend sichtbar sind und dann *Nerven* genannt werden. Deren Verlauf, die *Nervatur*, ist für grosse Pflanzengruppen charakteristisch; in den schmalen, parallelernervigen Blättern der meisten *Monocotyledonen* z. B. verzweigen sie sich gar nicht oder

seltener und laufen parallel neben einander hin; bei vielen Dicotyledonen dagegen treten nur wenige Nerven in das Blatt ein, welche sich dann darin mannigfaltig verzweigen und anastomosiren (netzadrige Blätter). Je nach der Verzweigung ist die Nervatur dann entweder fiederförmig (*folia pinnatinervia*), d. h. es ist ein durch die Mitte des Blattes verlaufender Mittelnerv vorhanden, welcher zahlreiche, wie der Bart einer Feder abstehende Seitennerven abgibt (z. B. Buche, Tabak, Ulme); oder sie ist handförmig (*f. palmatinervia*) d. h. der Nerv theilt sich schon am Grunde der Spreite in eine Anzahl etwa gleich starke divergirende Nerven, welche sich selbst wieder verschieden verzweigen können (z. B. Ahorn, Epheu).

Das Blatt kann, wie bei den Palmen, Aroideen, Umbelliferen in seiner Längsrichtung in drei Theile, Scheide, Stiel und Spreite gegliedert sein; öfters aber lässt es nur zwei, Scheide und Spreite (z. B. Gräser), oder Stiel und Spreite (z. B. Kürbis) erkennen; nicht selten ist es aber auch ganz ungegliedert, d. h. es besteht nur aus der Spreite (z. B. Feuerlilie, Tabak). Die Scheide (*vagina*) umgibt als röhrenförmige oder scheidenartige Ausbreitung den Stengel an der Insertion (sehr mächtig z. B. an Gräsern und Doldengewächsen entwickelt); der Stiel (*petiolus*) ist schmal, meist cylindrisch oder prismatisch und trägt an seinem äusseren Ende die flach ausgebreitete Spreite (*lamina*).

Entspringt die Spreite ohne Stiel unmittelbar am Stengel, so heisst das Blatt sitzend (*folium sessile*); stengelumfassend (*amplexicaule*) oder halbstengelumfassend (*semiamplexicaule*), wenn es an der Insertion um den ganzen oder halben Stengelumfang greift (z. B. *Thlaspi perfoliatum*); durchwachsen (*perfoliatum*), wenn die Ränder des Blattes an der der Insertion gegenüberliegenden Seite des Stengels mit einander verwachsen sind (z. B. *Bupleurum rotundifolium*); nicht zu verwechseln hiermit sind die zusammengewachsenen Blätter (*folia connata*), wenn nämlich zwei auf gleicher Höhe einander gegenüberstehende Blätter an ihrer Basis mit einander verwachsen (z. B. Geisblatt *Lonicera Caprifolium*). Beim herablaufenden Blatt (*f. decurrens*) ziehen sich von der Insertion noch blattartige Flügel am Stengel hinab, der dann geflügelt (*caulis alatus*) heisst (z. B. bei manchen Arten der Wollblume *Verbascum*); ähnlich kann auch der Blattstiel durch die herablaufende Spreite geflügelt sein.

Der Stiel ist nur selten an der Unterseite der Spreite eingefügt (z. B. bei der Kapuzinerkresse *Tropaeolum*), dann heisst das Blatt schildförmig (*f. peltatum*); meist ist er dem hinteren Rande der Spreite eingefügt; dabei kann er entweder scharf von der Spreite abgesetzt sein, oder allmählich in dieselbe übergehen (letzteres z. B. beim keilförmigen Blatt (*cuneatum*) des Gänseblümchens *Belvis perennis*). Herzförmig (*cordatum*) heisst das Blatt, wenn der hintere Rand, sowohl des gestielten als des sitzenden, in der Mitte ausgeschnitten ist (z. B. Flieder *Syringa*); pfeilförmig (*sagittatum*), wenn die Spreite beiderseits von diesem Ausschnitt in spitze Lappen ausgezogen ist (z. B. Pfeilkraut *Sagittaria*).

Nach dem Gesamtumriss ist das Blatt bald linealisch (*lineare*), wenn die Ränder ziemlich parallel laufen (z. B. Gräser); lanzettlich (*lanceolatum*), wenn es mindestens viermal so lang als breit ist (z. B. Spitzwegerich); elliptisch

(ellipticum), wenn es etwa doppelt so lang als breit ist (z. B. Blättchen des Rosenblattes); eiförmig (ovatum), wenn es dabei nahe der Basis am breitesten ist; verkehrt eiförmig (obovatum), wenn es nahe der Spitze am breitesten ist; rundlich (subrotundum), kreisrund (orbiculare); nierenförmig (reniforme), wenn es quer breiter und dabei herzförmig ist (Gundelrebe *Glechoma*).

Nach der Beschaffenheit der Spitze der Spreite (also des der Anheftung des Stiels entgegengesetzten Endes) ist das Blatt entweder spitz (f. *acutum*), wenn die Seitenränder allmählig unter spitzem Winkel zusammenlaufen (z. B. Spitzwegerich); oder zugespitzt (*acuminatum*), wenn die Spitze scharf abgesetzt ist (z. B. an den einzelnen Blättchen des Rosskastanienblattes), oder stumpf (*obtusum*) oder ausgerandet (*emarginatum*), d. h. mit einer Ausbuchtung des breiten stumpfen Randes (z. B. die flach nadelförmigen Blätter der Edeltanne); verkehrt herzförmig (*obcordatum*), wenn diese Ausbuchtung tiefer ist (z. B. die Blättchen des Sauerklees *Oxalis*); bisweilen stachelspitzig (*mucronatum*) z. B. die Blättchen der Luzerne *Medicago sativa*.

Der Rand des Blattes ist entweder glatt; dann heisst das Blatt ganzrandig (*integerrimum*), z. B. Vergissmeinnicht, Tulpe; oder er besitzt kleine Vorsprünge, so dass das Blatt gezähnt (*dentatum*) ist mit spitzen geraden Vorsprüngen (z. B. *Ilex Aquifolium*), oder gesägt (*serratum*) mit vorwärtsgerichteten Zähnen (z. B. Rose), oder gekerbt (*crenatum*) mit stumpfen bogigen Vorsprüngen (z. B. Veilchen).

Sind die Einschnitte tiefer, so ist das Blatt nicht mehr ganz (*integrum*), sondern verzweigt. Es heisst gelappt (*lobatum*), wenn die Einschnitte nicht bis zur Mitte; gespalten (*fissum*), wenn sie etwa bis zur Mitte; getheilt (*partitum*), wenn sie bis zum Grunde gehen. Dabei ist es je nach der Nervatur entweder handförmig gespalten u. s. w. (*palmatifidum*) z. B. Ahorn, oder fiederförmig gespalten u. s. w. (*pinnatifidum*) z. B. Feldmohn. Das zusammengesetzte Blatt (*compositum*) kommt dadurch zu Stande, dass durch diese Theilung die Spreite in eine Anzahl einzelner Spreiten zerfällt, welche durch einzelne Stielchen mit einander verbunden sind und Blättchen (*foliola*) genannt werden. Das zusammengesetzte Blatt kann ebenfalls handförmig (*palmatum*) oder fiederförmig (*pinnatum*) zusammengesetzt sein. Im ersteren Falle heisst es dann nach der Anzahl der Blättchen drei-, vier-, fünf-zählig (*ternatum* u. s. w.), z. B. Klee, Lupine, Rosskastanie; bei wiederholter Theilung der einzelnen Blättchen doppeltdreizählig (*biternatum*) u. s. w. Beim fiederförmig zusammengesetzten Blatt, auch kurz gefiedert (*pinnatum*) genannt, stehen die einzelnen Blättchen, die Fiedern (*pinnae*) an den Seiten einer Mittelrippe oder Spindel (*rhachis*), welche als Verlängerung des Blattstiels erscheint; schliesst diese mit einem Endblättchen ab, so heisst das Blatt unpaarig gefiedert (*imparipinnatum*), ist aber kein Endblättchen vorhanden, paarig gefiedert (*paripinnatum*). Je nach der Anzahl der Blättchen ist das Blatt zwei-, dreipaarig u. s. w. (*bi-trijugum*); unterbrochen gefiedert (*interrupte pinnatum*) heisst es, wenn grosse und kleine Fiedern mit einander abwechseln (z. B. *Potentilla anserina*). Wenn sich die fiederige Zusammensetzung in höheren Graden wiederholt, so heisst das Blatt zweifach u. s. w. gefiedert (*bipinnatum*). Durch Combination der handförmigen mit der fiederigen Zusammensetzung entstehen sehr complicirt gebaute Blattformen z. B. bei vielen Doldengewächsen.

Die Nebenblätter (*stipulae*) sind Auszweigungen des Blattes an dessen Insertion; sie sind gewöhnlich paarweise zu beiden Seiten der Blattbasis vorhanden, entweder frei (z. B. Weiden, Erbsen) oder mit einander oder mit dem Blatt verwachsen (z. B. Rose), oder unter sich dem Blatte gegenüber verwachsen (z. B. Arten von *Astragalus*).

Als *Ligula* bezeichnet man Auswüchse an der vorderen Fläche der Blätter (z. B. das häutige Schüppchen an der Grenze von Scheide und Spreite der Grasblätter, die sog. Nebenkronen an den Blütenblättern der Narzisse, der *Lychnis*).

Aehnlich wie an den Stengeln werden auch Blätter oder Blatttheile zu Ranken umgebildet, so z. B. die Spindel mit allen oder nur den obersten Fiederblättchen bei Wicken, Erbsen und verwandten Pflanzen.

Blattdornen sind Blätter, welche sich zu spitzen harten verholzten Körpern umbilden, so die Blätter an den Hauptästen von *Berberis*, in deren Achseln die mit normalen Blättern besetzten Zweiglein sitzen, die Nebenblätter der *Acacie* *Robinia Pseudacacia* u. s. w.

Seltener ist die schlauch- oder krugförmige Ausbildung eines Blatttheils, wie der Spreite von *Nepenthes*.

§ 24. Jedes Organ, welches aus einer Epidermiszelle entsteht, wird **Haar** genannt; deshalb fallen unter diesen Begriff nicht bloss die Haare im engeren Sinne, wie sie oben (§ 16) beschrieben wurden, sondern auch manche Fortpflanzungsorgane, wie die Sporangien der Farne.

Die wahre Natur der Stacheln (*aculei*), z. B. an Brombeersträuchern, Rosen, die man gewöhnlich den Haargebilden beizuzählen pflegt, ist noch zweifelhaft; sie unterscheiden sich von den Dornen (*spinae*) dadurch, dass sie unregelmässig angeordnet und nicht Umwandlungen bestimmter Glieder (Stengel oder Blätter) sind, von den ächten Haaren dadurch, dass zu deren erster Entstehung nicht bloss die Epidermis, sondern auch tiefere Gewebeschichten beitragen.

Die gewöhnlichen Haare (*pili*) sind theils einfach, theils gegliedert (*articulati*), sternförmig (*stellati*), Borsten (*setae*), d. h. lange Gewebekörper, Drüsenhaare (*glandulosi*). Je nach der Art und Dichte der Behaarung heisst ein Pflanzentheil flaumig (*pubescens*) z. B. die Blüthenschäfte der Schlüsselblume, zerstreut haarig (*pilosus*) z. B. Blätter der Sonnenrose, raubhaarig (*hirsutus*) z. B. Waldvergissmeinnicht *Myosotis silvatica*; steifhaarig (*hirtus*, *setosus*) z. B. Borretsch, *Echium*; zottig (*villosus*) z. B. *Anemone Pulsatilla*; wollig (*lanatus*, *lanuginosus*) z. B. *Stachys germanica*; filzig (*tomentosus*) z. B. Blätter von *Petasites niveus* und *spurius*, seidenaarig (*sericeus*) z. B. Blätter von *Salix alba*. Fehlt die Behaarung ganz, so heisst der Pflanzentheil kahl (*glaber*, *calvus*).

§ 25. Der Körper der niederen Pflanzen (Algen, Pilze, mancher Lebermoose) lässt eine Gliederung in Stamm, Blatt, Wurzel nicht erkennen; es finden sich zwar Organe vor, welche wie die Wurzeln der höheren Pflanzen an der Ernährung und Befestigung im Boden betheiligt sind; es finden sich auch Auszweigungen, welche den Blättern ähnlich sehen; allein diese Gebilde entsprechen den oben aufgestellten Begriffen nicht, und man nennt einen solchen Pflanzenkörper *Thallus*.

§ 26. **Ausbildung von Verzweigungssystemen.** Wenn aus einem Glied gleichartige Glieder entspringen, z. B. Seitenwurzeln aus einer Wurzel, Seitensprosse an einem Spross, so nennt man das Verzweigung. Ein Glied sammt seinen Auszweigungen heisst ein Verzweigungs-

system; jeder sich verzweigende Theil ist in Bezug auf seine Nebenzweige die Axe des Verzweigungssystems. Bezüglich der Anordnung der Theile eines Verzweigungssystems lassen sich zwei Haupttypen unterscheiden:

1. Die **Dichotomie** entsteht, wenn das Ende eines Gliedes aufhört, in die Länge zu wachsen und unmittelbar neben dem bisherigen Scheitel zwei neue, wenigstens anfangs gleich stark thätige Vegetationspunkte auftreten. Die beiden neuen Zweige heissen **Gabelzweige**, das sie tragende Glied **Fussstück** oder **Podium**. Jeder Gabelzweig kann natür-

lich zum Fussstück einer neuen Dichotomie werden. Diese beiden Gabelzweige können sich nun entweder:

a) auch fernerhin gleichstark entwickeln: die Dichotomie bildet sich gabelig aus (Fig. 40 A); oder

b) das System wird **sympodial**, wenn bei jeder Gabelung ein Ast sich nachträglich stärker entwickelt, als der andere; die Fussstücke der aufeinanderfolgenden Gabelungen bilden dann scheinbar einen Hauptpross, **Scheinaxe** oder **Sympodium** genannt, an welchem die schwächeren Gabeläste wie seitliche Sprossungen erscheinen (Fig. 40 B, C); dieses Sympodium besteht nun entweder aus den Gabelästen immer derselben Seite, z. B. immer der rechten oder immer der linken (Fig. 40 B): **schraubelähnliche** Dichotomie, z. B. am Blatt von *Adiantum pedatum*; oder es besteht aus abwechselnd rechten und linken Gabelästen (Fig. 40 C): **wickelähnliche** Dichotomie, z. B. an den Sprossen von *Selaginella*.

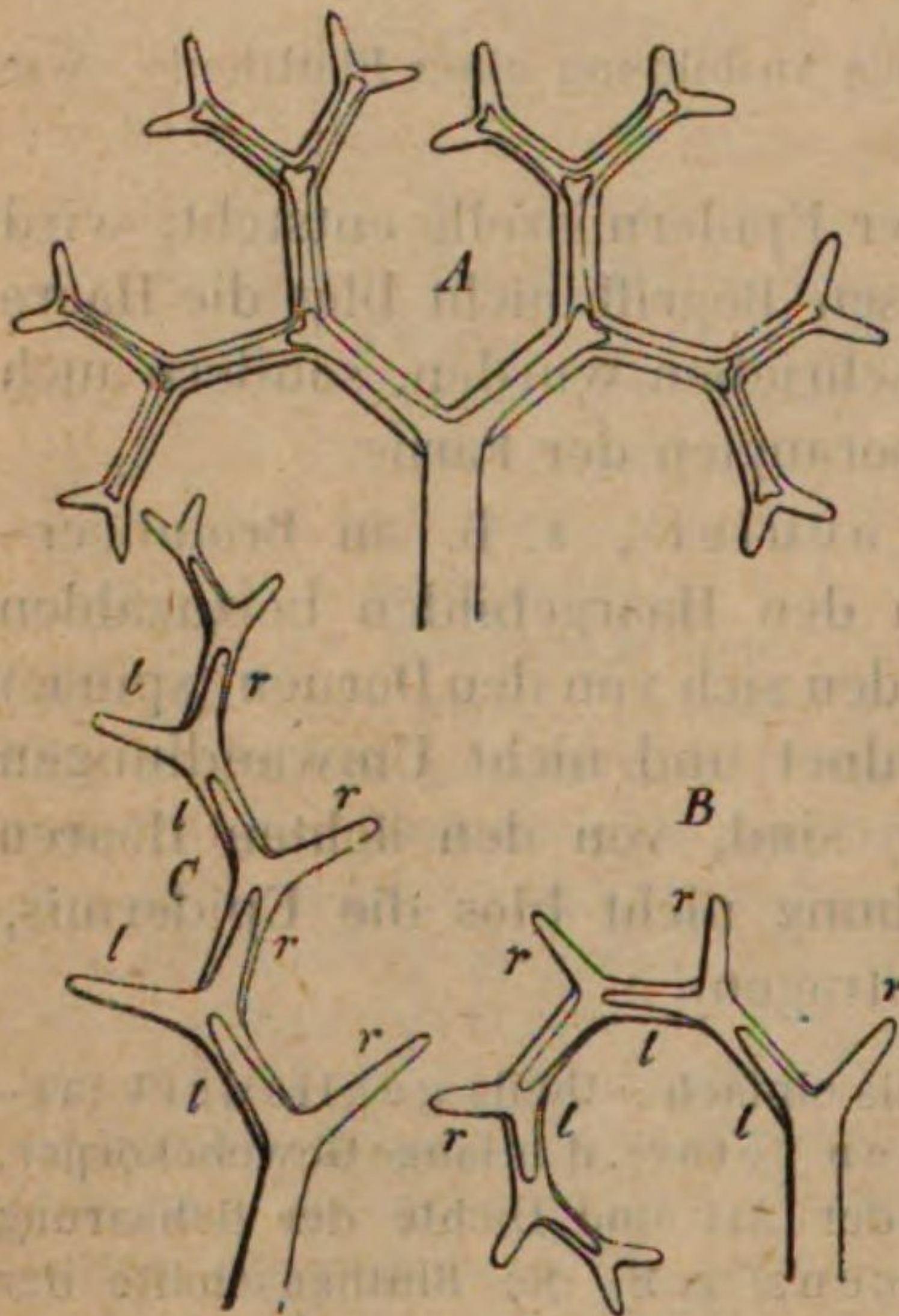


Fig. 40. Schema der dichotomischen Verzweigungssysteme. A gabelige Dichotomie; B schraubelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich hier immer die linken Gabeläste (*l*) stärker als die rechten (*r*); C wickelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich abwechselnd rechte (*r*) und linke (*l*) Gabeläste stärker, (nach Sachs).

2. Das **monopodiale** System kommt dadurch zu Stande, dass das Glied in seiner ursprünglichen Richtung fortwachsend unterhalb seines Scheitelpuncts seitliche Auszweigungen in acropetaler Reihenfolge erzeugt; es bildet also für alle Seitenzweige das gemeinsame Fussstück; daher heisst das ganze System **Monopodium**. Jeder Zweig kann sich wieder monopodial verzweigen. Das Monopodium kann sich entweder:

a) **racemös** ausbilden, wenn die Mutteraxe sich auch fortan stärker entwickelt, als alle Seitenachsen, und sich auch jede Seitenaxe bezüglich ihrer Seitenachsen höherer Ordnung ebenso verhält (z. B. Stämme und Aeste der Nadelhölzer, Blätter der Doldengewächse und vieler Farne; oder

b) cymös, wenn jede anfangs schwächere Seitenaxe frühzeitig anfängt, stärker zu wachsen, als ihre Mutteraxe oberhalb ihrer Ursprungsstelle und sich auch mehr verzweigt. Dabei kommt entweder

α) keine Scheinaxe zu Stande; nämlich zwei oder mehr Seitenaxen entwickeln sich nach verschiedenen Richtungen hin stärker als die Mutteraxe, aber unter sich annähernd gleich stark (Fig. 41), während die Mutteraxe bald zu wachsen aufhört; das Verzweigungssystem sieht einer Dichotomie entfernt ähnlich und wird als falsche Dichotomie (resp. Polytomie) bezeichnet; sie findet sich z. B. an den Sprossen von *Valerianella*, im Blüthenstande von Wolfsmilcharten u. s. w.

Oder β) es entsteht eine Scheinaxe, wenn jedesmal nur eine Seitenaxe sich stärker entwickelt, also z. B. in Fig. 42 A die Seitenaxe 2 stärker als das obere Ende der Mutteraxe 1 u. s. f.; die stärkere Entwicklung ist in der Figur durch stärkere Linien angedeutet. Meistens wird die ursprünglich hin und her gebogene Scheinaxe späterhin gerade (A verwandelt sich in B Fig. 42). Tritt die stärkere Entwicklung immer an den auf der gleichen Seite liegenden Seitenaxen ein, so heisst das

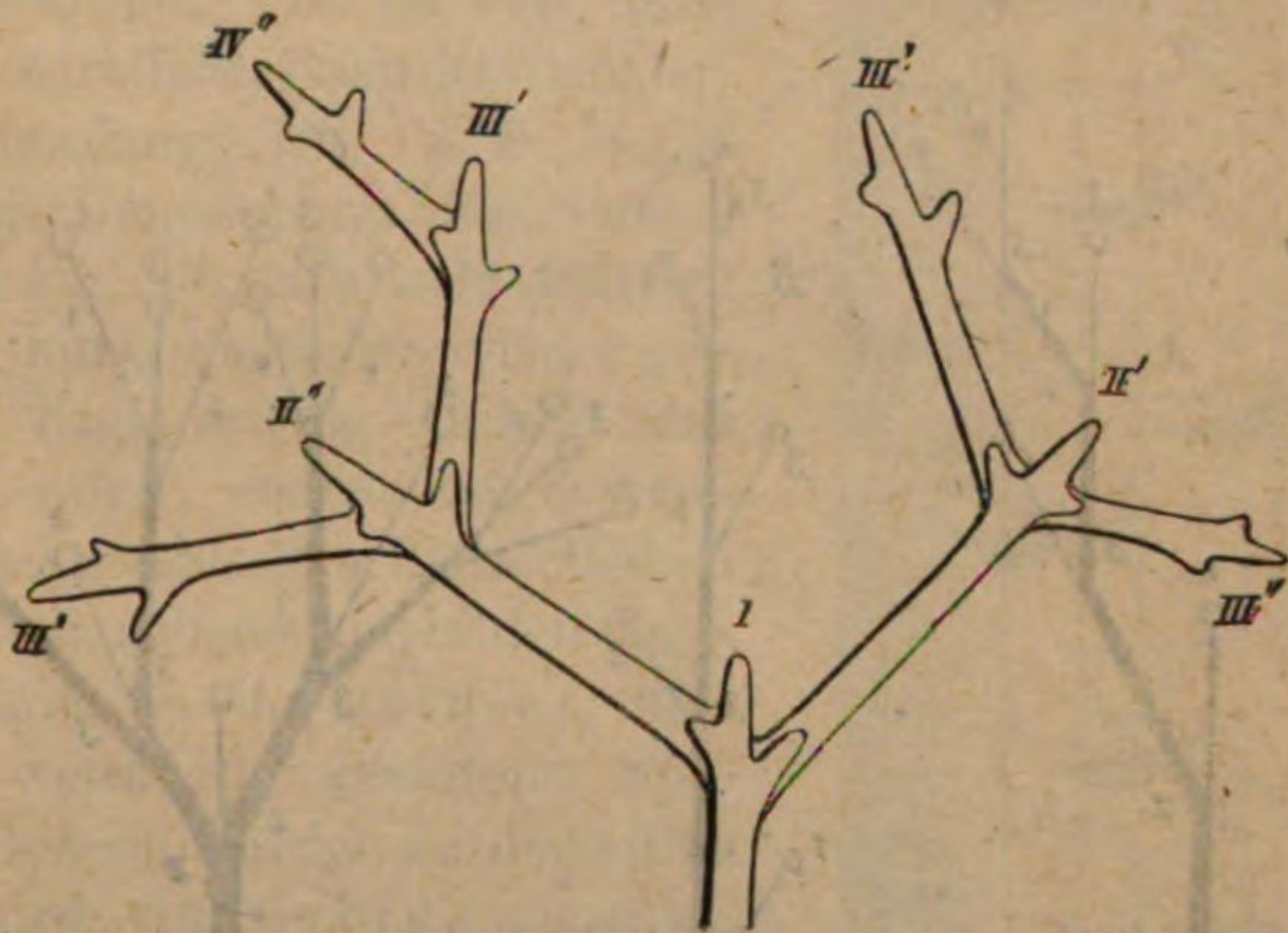


Fig. 41. Schema der falschen Dichotomie; die Sprosse II^1 und II^2 entwickeln sich unter sich gleich stark, aber stärker als die Mutteraxe I (nach Sachs).

ganze System ein Schraubel (Fig. 42 D); im anderen Falle aber ist das System ein Wickel (Fig. 42 A u. B).

§ 27. Stellungsverhältnisse seitlicher Glieder an gemeinsamer Axe.

Eine sorgfältige Betrachtung zeigt, dass alle seitlichen Glieder, also Seitenwurzeln, welche an einer Wurzel, Sprosse, welche an anderen Sprossen, und Blätter, welche an ihren Sprossen entspringen, wenn sie in acropetaler Reihenfolge entstehen, eine bestimmte Anordnung am Umfang ihres gemeinschaftlichen Mutterorgans erkennen lassen. Die allgemeinen Regeln dieser Vertheilung am Umfange wollen wir der Einfachheit halber an den Blättern darstellen, um so mehr, als diesem Theil der Morphologie gerade unter dem Namen der Blattstellungslehre grössere Aufmerksamkeit geschenkt worden ist.

Wie bereits oben (§ 24) erwähnt, stehen die Blätter entweder zu mehreren auf einer Querzone des Stengels, in Quirlen, oder einzeln (auch zerstreute Stellung genannt). Durch ungleiches Wachs-

thum der Internodien können solche ursprünglich vereinzelt Blätter auf gleiche Höhe des Stengels zu stehen kommen und einen Scheinquirl bilden (z. B. die obersten Blätter am Stengel der Feuerlilie).

Um nun die Vertheilung der Blätter am Umfang des Stengels genauer studiren und das vorgefundene Verhältniss bequem ausdrücken zu können, hat man den Begriff der Divergenz eingeführt. Denkt man sich nämlich z. B. zwei Blätter an einem Stengel, von denen das eine nach Norden, das andere nach Osten steht, mögen sie auf gleicher oder ungleicher Höhe inserirt sein, so werden ihre Medianebenen (d. h. die sie symmetrisch theilenden, durch den Insertionspunct in den Stengel verlängerten Ebenen (s. § 23) mit einander einen rechten Winkel bilden, oder mit anderen Worten, die Insertionspuncte sind um $\frac{1}{4}$ des Stengel-

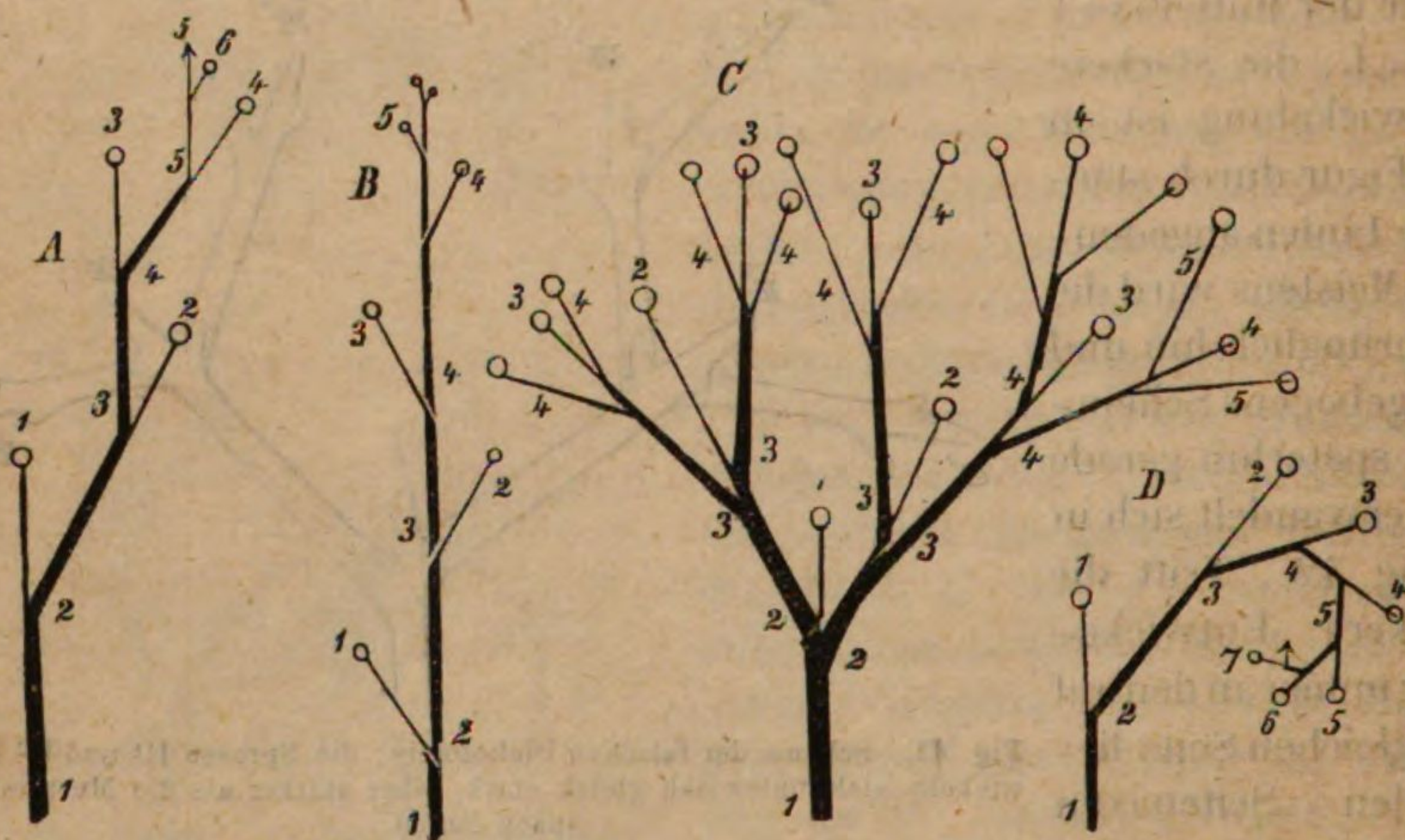


Fig. 42. Schematische Darstellung der cymösen Verzweigungssysteme; A und B Wickel; C falsche Dichotomie; D Schraubel (nach Sachs).

umfangs von einander entfernt. Die seitliche Entfernung zweier in ihrer Entstehung unmittelbar aufeinanderfolgender (oder in einem simultanen Quirl unmittelbar neben einanderstehender) Blätter am Umfang des Stengels, gemessen an den Insertionspuncten, wird Divergenz genannt und in Bruchtheilen des Stengelumfangs ausgedrückt; im erwähnten Falle wäre also die Divergenz $\frac{1}{4}$; in anderen Fällen ist sie $\frac{1}{2}$ d. h. die Blätter stehen (auf gleicher oder ungleicher Höhe) einander gegenüber z. B. bei den Gräsern; oder $\frac{1}{3}$ z. B. bei den Riedgräsern; $\frac{2}{5}$ z. B. an vielen Weidenzweigen u. s. w. Wenn man nun die Blätter (und zwar vorläufig vereinzelt gestellte) in ihrer Entstehungsfolge numerirt und vom ersten, untersten, zum zweiten, vom zweiten zum dritten u. s. w. immer nach derselben Seite hin fortschreitet, so umläuft man dabei den Stengel in einer Spirale (Fig. 43), welche sämtliche Blattinsertionen trifft und die

genetische oder Grundspirale genannt wird. Man kann dabei den langen oder den kurzen Weg verfolgen, d. h. man könnte in Fig. 43 von Blatt 1 zu Blatt 2 anstatt, wie es hier dargestellt ist, nach links, ebenso gut nach rechts fortschreiten, man würde dabei ebenfalls alle Insertionen treffen, aber öfter den Stengel umlaufen. Es zeigt sich dabei, dass häufig, wenigstens innerhalb einer gewissen Region des Stengels, die aufeinanderfolgenden Blätter um die gleiche Divergenz von einander entfernt sind, d. h. dass die Spirale mit constanter Divergenz fortschreitet; die Divergenz kann sich aber auch ändern, insbesondere häufig nach einer Anzahl von Blättern in eine andere, wieder eine gewisse Strecke weit constant bleibende übergehen; oder sie kann immerfort wechseln. Es ist klar, dass wenn die Divergenz ein wirklicher (kein irrationaler) Bruchtheil des Stengelumfangs ist, z. B. $\frac{3}{8}$ in Fig. 43, beim spiraligen Umgang um den Stengel nach einer Anzahl, in Fig. 43 nach acht Blättern man zu einem kommen muss, welches wieder gerade über dem ersten liegt; in Fig. 43 liegt das neunte Blatt über dem ersten, ebenso das siebenzehnte. Diese übereinanderstehenden Blätter haben also eine gemeinsame Medianebene und bilden längs des Stengels eine gerade Reihe oder Orthostiche. Die Zahl der Blätter, welche die genetische Spirale in sich aufnimmt, bis sie wieder zu derselben Orthostiche kommt, wird ein *Cyclus* genannt. Ebenso wie Blatt 9 über 1, liegt auch 10 über 2, 11 über 3 u. s. f. Es sind also soviel Orthostichen vorhanden als ein *Cyclus* Blätter enthält, oder mit anderen Worten, die Zahl der Orthostichen wird durch den Nenner des Divergenzbruches ausgedrückt.

Alle diese Verhältnisse lassen sich sehr übersichtlich durch sogenannte *Diagramme* darstellen (Fig. 44 und 45); man zeichnet nemlich einen Grundriss des konisch gedachten Stengels und trägt jede höher gelegene Blattinsertion auf einen weiter innen befindlichen concentrischen Kreis ein; die Orthostichen erscheinen dann als radiale Reihen.

Fig. 44 stellt das Diagramm eines Stengels mit quirliger Blattstellung dar; es stehen je vier Blätter auf gleicher Höhe, d. h. die Quirle sind vierzählig oder viergliedrig; die Divergenz der einzelnen Glieder jedes Quirls ist $\frac{1}{4}$; die Quirle selbst sind ferner alternirend, d. h. jede Blattinsertion liegt in der Mitte zwischen zwei Insertionen des nächst-

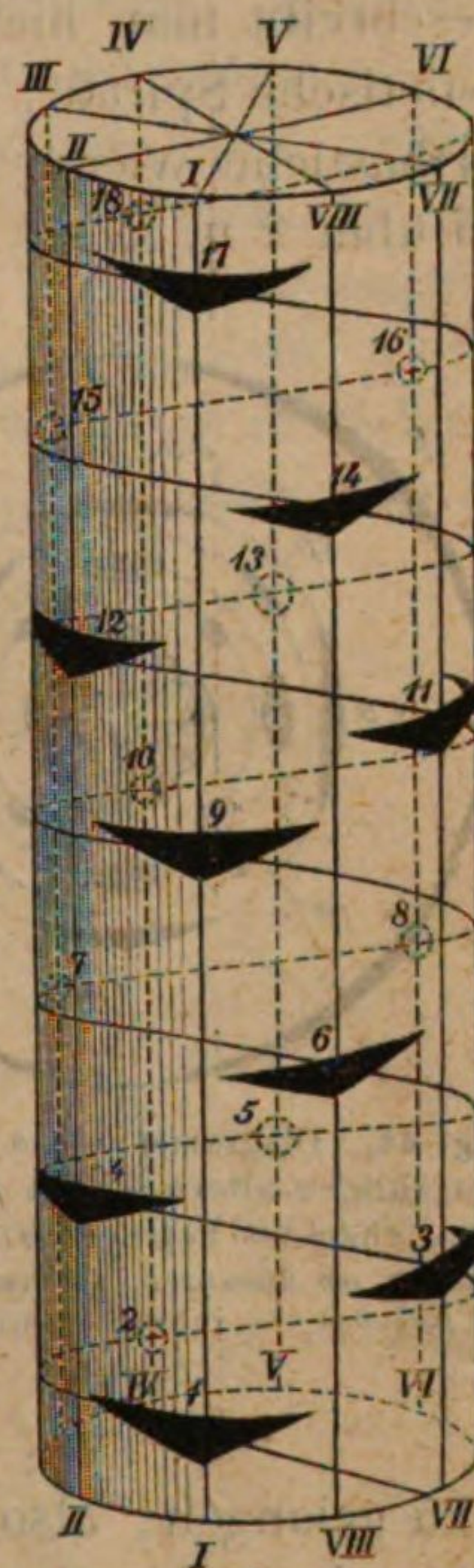


Fig. 43. Schema eines Stengels, dessen Blätter in constanter Divergenz $\frac{3}{8}$ angeordnet sind; die Blätter der vorderen Seite sind durch die Insertionsflächen, die der Rückseite durch Kreise angedeutet; sie sind durch die genetische Spirale verbunden. I I, II II u. s. w. sind die acht Orthostichen.

unteren oder des nächstoberen Quirls; es sind also acht Orthostichen vorhanden. Wenn aber die Insertionen des einen Quirls gerade über denen des nächstunteren liegen, so dass also nur soviel Orthostichen vorhanden sind, als jeder Quirl Glieder enthält, so heissen sie superponirt. Zweizählige alternirende Quirle werden decussirt genannt. Opponirt heissen die beiden Blätter eines zweigliedrigen Quirls.

Fig. 45 ist das Diagramm eines Stengels, dessen Blätter vereinzelt mit constanter Divergenz $\frac{3}{8}$ angeordnet sind (ebenso wie die in Fig. 43). Beschreibt man hier von Blatt 1 zu 2, 3, 4 u. s. w. fortschreitend die genetische Spirale, so bemerkt man dass sie immer erst auf der dritten Orthostiche wieder auf ein Blatt trifft, sowie dass Blatt 9 wieder über 1, 10 über 2 u. s. w. steht, und dass die Spirale, um von Blatt 1 zu Blatt

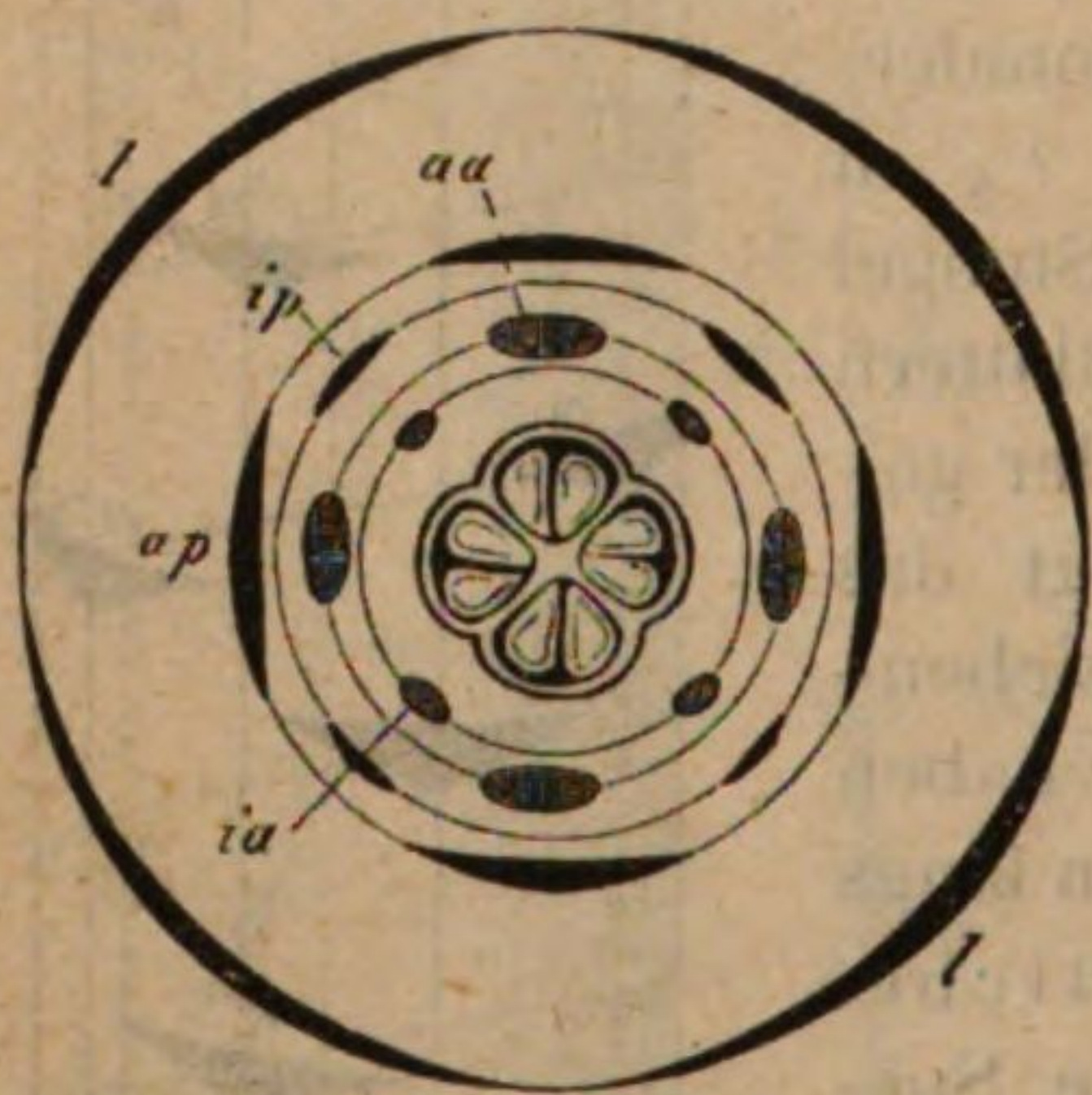


Fig. 44. Diagramm eines Stengels mit vierzähligen alternirenden Quirlen (Blüthenstengel von *Paris quadrifolia*); *l* Laubblätter, *ap* äusseres, *ip* inneres Perigon; *aa* äussere, *ia* innere Staubblätter (nach Sachs).

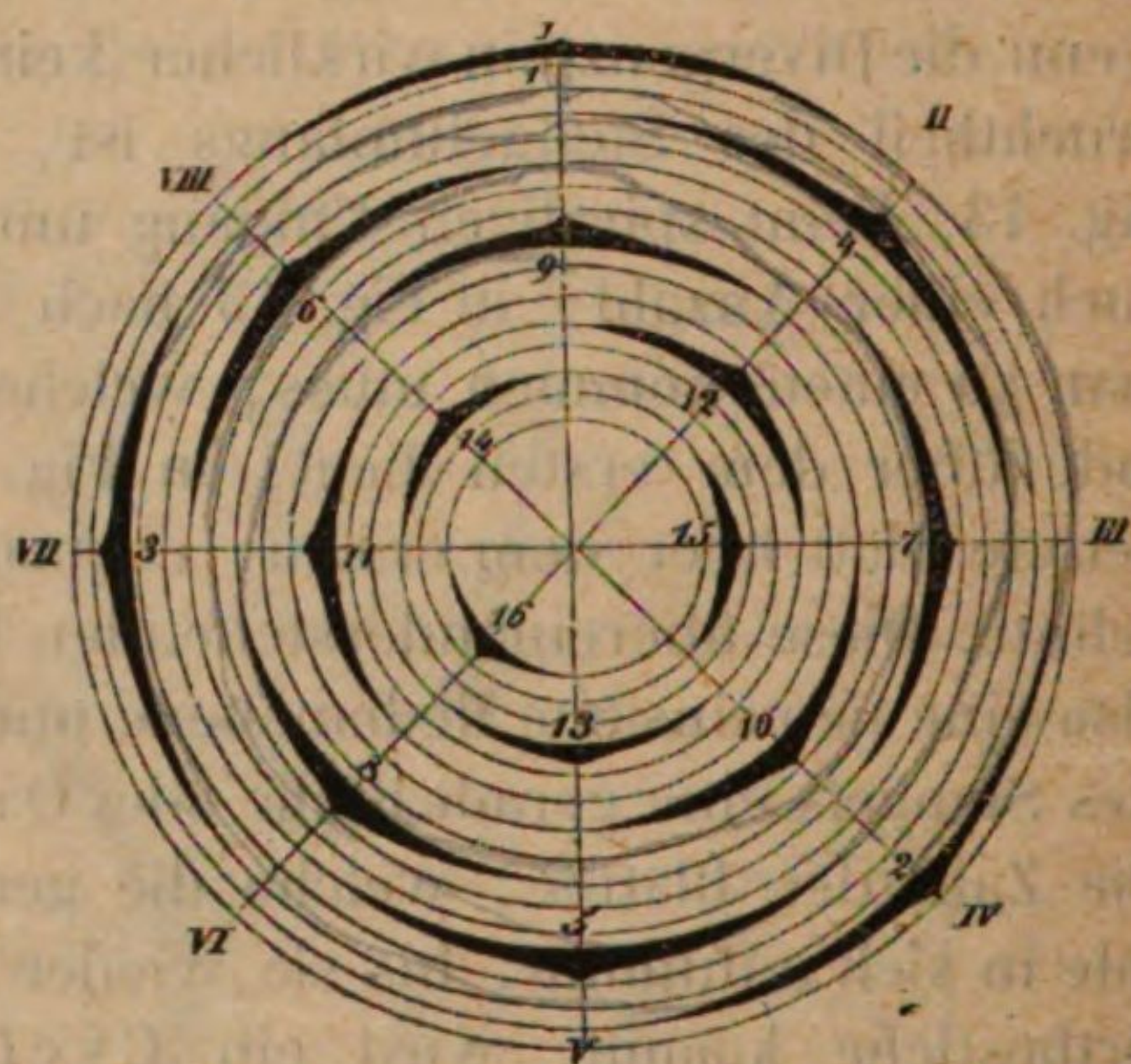


Fig. 45. Diagramm eines Stengels mit constanter $\frac{3}{8}$ Divergenz. I, II, III u. s. f. die Orthostichen (nach Sachs).

9 zu gelangen, also einen Cyclus zu durchlaufen, auf dem kurzen Wege dreimal um den Stengel herumlaufen muss. Wenn man daher die (constante) Divergenz an einem Spross bestimmen will, geht man von einem Blatte aus, das man als 0 bezeichnet, und folgt der genetischen Spirale bis zu einem Blatte, das gerade über 0 steht; es gibt dann die Nummer dieses über 0 stehenden Blattes den Nenner des Divergenzbruches und zugleich die Anzahl der Orthostichen; die Anzahl der Umgänge der genetischen Spirale innerhalb dieses einen Cyclus gibt den Zähler.

Wenn aber die Blätter sehr dicht gedrängt stehen und zugleich die Orthostichen sehr zahlreich sind (z. B. die Rosettenblätter der Hauswurz, die Schuppen der Tannenzapfen, in den Blütenköpfen der Sonnenrose), so ist es natürlich sehr schwer, die Grundspirale aufzufinden; es machen sich dann aber sofort andere Spiralen auffallend bemerkbar, welche Parastichen genannt werden und immer, auch bei einfacheren Stellungen, sichtbar zu machen oder durch Construction aufzufinden sind;

z. B. in Fig. 43 und 45 eine Linie, welche die Blätter 3, 6, 9, 12, 15 verbindet. Durch einen geometrischen Kunstgriff lässt sich mit Hülfe der Parastichen die Grösse der Divergenz und die Grundspirale eruiren.

Die am häufigsten vorkommenden Divergenzen sind folgende:

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34} \dots \dots \dots$$

Diese Reihe ist dem Gedächtniss leicht einzuprägen; denn, wie man sieht, ist der Zähler jedes Bruches die Summe aus den beiden vorhergehenden, und ebenso der Nenner. Es gibt aber auch Divergenzen, welche nicht in dieser Reihe enthalten sind, z. B. $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{2}{9}$ u. a. beliebige. In einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Fällen ist aber die Construction einer genetischen Spirale unmöglich, z. B. bei *Salvinia*, *Marsilia*; oder wenn selbst die Spirale construiert werden kann, wechselt die Divergenz so häufig, dass gar keine Orthostichen sichtbar werden (z. B. am Stengel von *Fritillaria*); es ist also die oben dargestellte Blattstellungslehre nur eine bequeme Betrachtungsweise, um die Stellungsverhältnisse in vielen Fällen kurz zu bezeichnen, aber keineswegs der Ausdruck eines allgemein giltigen Naturgesetzes.

Zweiter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze. (Physiologie.)

Erstes Kapitel.

Chemische Vorgänge in der Pflanze.

§ 28. **Die Elementarstoffe der Pflanzennahrung.** Alle lebenden Pflanzentheile enthalten eine bedeutende Menge Wasser. Dasselbe macht ja nicht blos den Hauptbestandtheil des Zellsaftes aus, sondern durchtränkt auch die Membranen, das Protoplasma, überhaupt alle organisirten Gebilde; es ist eine der hervorragendsten Eigenschaften dieser organisirten Gebilde, dass zwischen den kleinsten Theilchen ihrer Substanz Wassertheilchen eingelagert sind. Durch Erhitzen auf 100 bis 110° C. entfernt man alles in einem Pflanzentheil enthaltene Wasser, wodurch derselbe natürlich an Gewicht abnimmt. Dieser Gewichtsverlust, d. h. also die Quantität Wasser, ist für verschiedene Pflanzentheile sehr verschieden; reife Samen im lufttrockenen Zustande z. B. enthalten an Wasser 12—15 Procent, krautige Pflanzen 60—80, manche Wasserpflanzen und Pilze selbst bis 95 Procent ihres Gesamtgewichtes.

Diejenige Substanz, welche beim Erhitzen bis über 100° C. kein Wasser mehr abgibt, die Trockensubstanz, besteht aus einer sehr grossen Anzahl von Stoffen, von chemischen Verbindungen. Dieselben sind zum Theil organische, d. h. Verbindungen des Kohlenstoffs mit anderen Elementen, zum Theil anorganische. Die in der lebenden Pflanze vorkommenden organischen Stoffe enthalten sämmtlich (mit Ausnahme der oxalsauren Salze) Wasserstoff; während einzelne, wie manche Oele, nur aus diesen beiden Elementen bestehen, enthalten die in grösster Menge auftretenden Cellulose, Stärke, Zucker, sowie die Säuren, und andere Oele ausserdem noch Sauerstoff. Die Eiweisstoffe bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel; anderen stickstoffhaltigen Körpern,

wie dem Asparagin, vielen Alkaloiden fehlt der Schwefel; einigen anderen Alkaloiden, wie dem Nicotin, auch der Sauerstoff.

Die organischen Verbindungen werden bei sehr starkem Erhitzen unter Luftzutritt, d. h. beim Verbrennen, in flüchtige Producte, grösstentheils Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt. Die unorganischen bleiben hiebei als ein weisses (oder, wenn die Verbrennung nicht vollständig vor sich geht, graues) Pulver zurück, die Asche.

Durch chemische Processe während der Verbrennung gelangt der Schwefel der organischen Verbindungen als Schwefelsäure in die Asche; auch die bei der Verbrennung entstandene Kohlensäure verbindet sich mit einigen anorganischen Stoffen; dieselbe wird daher bei einer richtigen Darstellung der Aschenzusammensetzung nicht mit in Rechnung gebracht.

Die Asche macht gewöhnlich nur wenige Procente der Trockensubstanz aus; ein Bild von ihrer Menge und Zusammensetzung geben uns folgende Analysen von verschiedenen Pflanzentheilen:

1000 Theile der Trockensubstanz enthalten:

	Asche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisen-oxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure	Chlor
Wiesenklee (in der Blüthe)	68,3	24,96	4,39	24,06	7,44	0,72	6,74	2,06	4,62	2,66
Weizenkörner	49,7	6,44	0,44	0,66	2,36	0,26	9,26	0,07	0,42	0,04
Weizenstroh	53,7	7,33	0,74	3,09	4,33	0,33	2,58	4,32	36,25	0,90
Kartoffelknollen	37,7	22,76	0,99	0,97	4,77	0,45	6,53	2,45	0,80	4,47
Aepfel	44,4	5,44	3,76	0,59	4,26	0,20	4,96	0,88	0,62	—
Erbsensamen	27,3	44,41	0,26	4,36	2,17	0,16	9,95	0,95	0,24	0,42

Diese Aschenbestandtheile sind keine zufällige Beimengung; sondern, wie Versuche gezeigt haben, sind gewisse anorganische Stoffe zum Leben der Pflanze unbedingt nothwendig. Diejenigen Elemente, welche die Pflanze zu ihrer Ernährung braucht, welche also als Nahrungsstoffe betrachtet werden müssen, sind:

1) Die der organischen Verbindungen:

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel.

2) Die der anorganischen Verbindungen:

Phosphor, (Chlor), Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen.

Ausserdem finden sich in vielen Pflanzenaschen noch, sind aber ohne Bedeutung für die Ernährung:

Natrium, Lithium, Mangan, Silicium, Jod, Brom, und in seltenen

Fällen noch: Aluminium, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Strontium Baryum.

Das Fluor muss wohl auch in der Pflanzenwelt vorkommen, da es in der Zahnschmelze der sich (mittelbar oder unmittelbar) von Pflanzen ernährenden Thiere sich in erheblicher Menge vorfindet.

§. 29. **Die Aufnahme des Kohlenstoffs (Assimilation).** Das Material aus welchem die chlorophyllhaltige Pflanze ihren Kohlenstoff bezieht, ist einzig und allein die Kohlensäure der atmosphärischen Luft, (oder für Wasserpflanzen auch die im Wasser enthaltene Kohlensäure), welche unter der Einwirkung des Lichts von den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzt wird. Setzt man eine Wasserpflanze (z. B. ein abgeschnittenes Blatt von *Potamogeton natans* oder ein Stengelstück der Wasserpest (*Elo-dea canadensis*) in kohlensäurehaltigem Wasser dem Sonnenlichte aus, so bemerkt man alsbald, dass aus der Schnittfläche des Stengels oder Blattstiels in regelmässigen Zwischenräumen Gasblasen aufsteigen. Dieselben bestehen aus Sauerstoff. Die Kohlensäure wird nämlich in den Chlorophyllkörnern in der Weise zersetzt, dass ein Theil ihres Sauerstoffs an die Atmosphäre zurückgegeben wird, der Rest aber sich mit den Elementen des Wassers verbindet zu organischen Verbindungen, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, letzteren aber in geringerer Menge, als er in der Kohlensäure (CO_2) vorhanden ist. Da fast sämtliche Nahrungsstoffe der Pflanze (nicht blos die Kohlensäure) sehr sauerstoffreiche Verbindungen sind, zum grössten Theil sogar von höchstmöglichem Sauerstoffgehalt, die in der Pflanze erzeugten Stoffe aber alle arm an Sauerstoff, zum Theil sogar sauerstofffrei sind, so geht hieraus schon mit Nothwendigkeit hervor, dass bei der Ernährung der Pflanzen grosse Mengen von Sauerstoff abgeschieden werden müssen. Die erste organische Verbindung, welche wir als Product der Assimilation nachweisen können, ist bei den meisten Pflanzen die Stärke ($\text{C}_6 \text{H}_{10} \text{O}_5$), welche in Form kleiner Körnchen in den Chlorophyllkörnern auftritt; seltener findet sich dort an deren Stelle Zucker oder fettes Oel. Ausser einer gewissen Temperatur ist die Mitwirkung des Lichts bei diesem Processe unentbehrlich; im Dunkeln wird kein Sauerstoff ausgeschieden und ebensowenig die Bildung der Stärke-einschlüsse in den Chlorophyllkörnern beobachtet; von den einzelnen Strahlen, welche das weisse Sonnenlicht zusammensetzen, sind die minder brechbaren, besonders die gelben, die wirksamsten. Das Organ der Pflanzen für die Assimilation sind die chlorophyllreichen Theile, insbesondere die Laubblätter.

Auf anderem Wege wird von den grünen Pflanzen kein Kohlenstoff assimiliert; ausser diesem Vorgange kennen wir in der Natur überhaupt keine Umwandlung der Kohlensäure in sauerstoffärmere organische Verbindungen, es stammt daher sämtlicher Kohlenstoff, auch in den organischen Verbindungen des thierischen Körpers aus der in den Chlorophyllkörnern zersetzten Kohlensäure.

Eine Anzahl von Pflanzen, welche des Chlorophylls entbehren, nämlich sämtliche Pilze und einige höhere Pflanzen, wie die Flachsseide (*Cuscuta*), die *Orobanche*, *Monotropa*, können in Folge dieses Mangels die Kohlensäure nicht zersetzen und nehmen daher die organischen Verbindungen direct aus anderen lebenden Pflanzen, sie schmarotzen, oder aus abgestorbenen Resten anderer Organismen (Humus).

§ 30. **Der Stoffwechsel.** Die durch die Assimilation in den Chlorophyllkörnern gebildeten Stoffe, in der bei weitem grössten Mehrzahl der Pflanzen also die Stärke, sind das Material, von welchem die Bildung aller anderen organischen Stoffe in der Pflanze ausgeht; es geschieht dies unter Mitwirkung der aus dem Boden aufgenommenen Stickstoffverbindungen und Mineralbestandtheile sowie des atmosphärischen Sauerstoffs. Die Stärkekörner (oder die äquivalenten Stoffe) werden immer wieder aufgelöst und aus den Chlorophyllkörnern fortgeführt; bei normalem Leben der Pflanze am Licht überwiegt die Neubildung über den Verbrauch; daher findet man die Stärkeeinschlüsse regelmässig in den Chlorophyllkörnern; bringt man aber eine Pflanze in Dunkelheit, so verschwinden die Stärkekörnchen nach und nach vollständig.

Von den Stoffen, die in der Pflanze erzeugt werden, sind diejenigen von hervorragender Bedeutung, aus welchen die Substanz der Membranen und des Protoplasma gebildet wird; sie werden als Baustoffe bezeichnet.

Die Membranen bestehen aus Cellulose, welcher die Zusammensetzung $C_6 H_{10} O_5$ zukommt; die Untersuchung hat gezeigt, dass Stärke, Zucker, Inulin (welche eine ähnliche Zusammensetzung haben) und die Fette das Material für die Bildung der Cellulose liefern, also die Baustoffe der Membranen sind.

Das Protoplasma besteht wesentlich aus Eiweiss- (Protein-) stoffen; dieselben enthalten alle Stickstoff und Schwefel; solche Eiweissstoffe und andere stickstoffhaltige Verbindungen, wie das Asparagin, sind die Baustoffe für das Protoplasma und die ihm angehörigen Bildungen, wie die Chlorophyllkörner.

Die durch die Assimilation unmittelbar erzeugten Baustoffe werden gewöhnlich erst an anderen Orten oder doch zu einer anderen Zeit weiter verbraucht; daher werden sie zeitweilig abgelagert, zuweilen auch für längere Zeit in besonderen Organen angehäuft, und dann heissen sie Reservestoffe. Solche Organe, Reservestoffbehälter, sind alle Samen, welche fast immer ausser dem Keimpflänzchen auch die für dessen erste Entwicklung nöthige Nahrung enthalten, ferner die Knollen und verdickten Wurzeln (wie Kartoffeln, Dahlienknollen, Rüben), überhaupt die ausdauernden Theile mehrjähriger Pflanzen, bei den Stauden die Rhizome, bei den Bäumen und Sträuchern gewisse Gewebepartien der Aeste und des Stammes, bei den immergrünen Gewächsen auch die Blätter selbst.

Die Kartoffelknolle z. B. enthält bekanntlich grosse Mengen von Stärke;

wenn deren Knospen zu Trieben und neuen Pflanzen auswachsen, verschwindet die Stärke in demselben Maasse, als neue Zellmembranen gebildet werden; in derselben Weise wird die Stärke der Getreidesamen, der Rohrzucker der Runkelrübe, das Inulin der Dahlienknollen, das fette Oel der Samen von Raps, Kürbis, Sonnenrose u. v. a. verbraucht, um die Membranen der neuen Pflanze zu bilden. Gewisse Zellschichten, besonders die Markstrahlzellen der Bäume enthalten im Winter viel Stärke, welche beim Heranwachsen der neuen Triebe im Frühjahr aufgelöst und verbraucht wird. Auch Cellulose selbst findet sich als Reservestoff in den Samen der Dattel und anderer Palmen; die starken Verdickungen der Endospermzellen werden bei der Keimung aufgelöst und dienen zum Wachsthum der Keimpflanze.

Die oben § 6 beschriebenen Proteinkörner sind die Form, in welcher die eiweissartigen Stoffe als Reserve im Samen niedergelegt sind.

Lässt man die Samen im Dunkeln keimen oder die Triebe aus anderen Reservestoffbehältern wie Kartoffeln u. dgl. im Dunkeln sich entwickeln, so kann keine Assimilation stattfinden und sämtliche neugebildete Zellen sind auf Kosten der Reservestoffe herangewachsen; welchen Grad von Entwicklung eine solche im Dunkeln wachsende Pflanze erreicht, hängt von der Ausgiebigkeit der Reservenahrung ab, welche je nach den Pflanzenarten verschieden ist. Aus dem winzigen Samenkorn des Tabaks z. B. wächst im Dunkeln eine nur sehr kleine Keimpflanze heran, während die Kartoffelknolle, die Runkelrübe mächtige Pflanzen ernähren können.

Die als Reservenahrung abgelagerten Baustoffe gehen eine Reihe von Umwandlungen ein, bis sie ihr Endziel, die Cellulose oder die Eiweissstoffe des Protoplasma erreicht haben. Die Baustoffe der Membranen, mögen sie nun als Stärke, Rohrzucker, Inulin, fettes Oel oder Cellulose abgelagert sein, werden immer zum Theil in Traubenzucker verwandelt, dessen Lösung in den Parenchymzellen mittels Diffusion an die Verbrauchsorte, die Bildungstätten der neuen Zellen hingeleitet wird; sehr häufig findet ausserdem in den leitenden Geweben, vorzugsweise in den Strang-scheiden, vorübergehende, transitorische Stärkebildung statt.

Die Zwischenproducte der eiweissartigen Reservestoffe sind wenig bekannt; ein grosser Theil derselben wandert in den dünnwandigen langgezogenen Zellen des Phloems; bei einigen Pflanzen tritt als Zwischenproduct Asparagin auf, welches im Parenchymgewebe fortgeleitet wird.

In derselben Weise, wie die Stärke der Reservestoffbehälter, wird die Stärke aus den Chlorophyllkörnern den Verbrauchsorten zugeleitet, zum Theil, um sofort zum Wachsthum neuer Organe verwendet zu werden; zum Theil, um in den Reservestoffbehältern in einen der oben angeführten Stoffe sich umzuwandeln und aufbewahrt zu werden.

In den Pflanzen findet sich noch eine grosse Anzahl anderer Kohlenstoffverbindungen, welche nicht in unmittelbarer Beziehung zum Aufbau der neuen Zellen stehen; es sind dies Nebenproducte des Stoff-

wechsels, welche zum Theil als nothwendige Zersetzungsproducte bei der Umwandlung der Baustoffe entstehen, theils aber andere noch vielfach unbekannte Functionen zu verrichten haben. Solche Nebenproducte sind die Gerbstoffe, Farbstoffe, Säuren, Alkaloide, flüchtige Oele u. s. w. Dieselben bilden sich auch aus den Reservestoffen, welche somit niemals vollständig zum Aufbau neuer Organe verwendet werden.

Die Degradationsproducte endlich sind Endglieder des Stoffwechsels, welche im Organismus keine weitere Verwendung erfahren und aus den organisirten Bestandtheilen entstehen. Dahin gehören die meisten Gummiarten; das Tragantgummi z. B., welches von mehreren Astragalusarten ausgeschieden wird, lässt noch die Organisation der Zellhäute, die aber sehr quellungsfähig geworden sind, erkennen; das Kirschgummi entsteht ebenfalls durch Verflüssigung von Zellhäuten, ist aber in Wasser nicht löslich; das arabische Gummi endlich, welches von Acacien abstammt, besteht aus so weit veränderten Membranen, dass es wirklich in Wasser löslich ist.

§ 34. **Die Quelle und Bedeutung der übrigen Nährstoffe.** Alle Nährstoffe, mit Ausnahme der Kohlensäure, werden aus dem Boden aufgenommen.

Der Wasserstoff der organischen Verbindungen wird durch Zersetzung des Wassers gewonnen, welches sich überall in der Pflanze vorfindet und fortwährend aus dem Boden eintritt.

Der Stickstoff, welcher ein wesentlicher Bestandtheil der Eiweissstoffe ist, wird nicht in freier Form assimilirt; obwohl er sehr reichlich in der Atmosphäre vorhanden ist, geht doch eine Pflanze zu Grunde, deren Boden keine Stickstoffverbindungen enthält; solche allgemein verbreitete und der Pflanze zugängliche Stickstoffverbindungen des Bodens sind die salpetersauren Salze und die Ammoniakverbindungen.

Der Schwefel, welcher Bestandtheil der Eiweissstoffe und einiger anderer Pflanzenstoffe (wie des Senföls) ist, wird aus den schwefelsauren Salzen des Bodens gewonnen; wahrscheinlich lässt sich hiemit die Bildung der Krystalle von oxalsaurem Kalk in Zusammenhang bringen, indem der aus dem Boden aufgenommene schwefelsaure Kalk durch die Oxalsäure zersetzt, der unlösliche oxalsaure Kalk ausgeschieden und die Schwefelsäure noch weiter zersetzt wird.

Der Phosphor ist ein Bestandtheil der Phosphorsäure, welche mit den Eiweissstoffen in enger Beziehung stehen muss, da sie stets in deren Gesellschaft gefunden wird; phosphorsaure Salze bilden einen Hauptbestandtheil der Asche von Samen.

Das Eisen ist, wenn es auch nur in geringen Mengen angetroffen wird, unumgänglich nothwendig zur Entstehung des Chlorophyllfarbstoffs, somit auch zur Assimilation. Pflanzen, welche sorgfältig ohne Eisen erzogen werden, bilden nach Erschöpfung ihres eigenen Eisenvorraths weisse Blätter; diese, chlorotisch oder bleichsüchtig genannt, erhalten

ihre grüne Färbung unter Chlorophyllbildung alsbald, wenn man dem Boden Eisen zusetzt oder auch nur ihre Oberfläche mit einer sehr verdünnten Eisenlösung bestreicht.

Das Kalium findet sich in der Form von Kalisalzen zum Theil von organischen Säuren, wie Weinsäure, Traubensäure, Oxalsäure. Ohne Kaligehalt des Bodens findet keine Assimilation in den Chlorophyllkörnern statt; ausserdem müssen die Kalisalze in Beziehung stehen zu den Baustoffen der Membranen, da sie hauptsächlich in Pflanzentheilen getroffen werden, welche reich an Stärke, Zucker, oder ähnlichen Stoffen sind, so in den Kartoffeln, Runkelrüben, Weintrauben.

Calcium und Magnesium sind zur normalen Entwicklung nachgewiesenermaassen nothwendig; Näheres über ihre Function ist aber nicht bekannt. Sie finden sich als Kalk- und Magnesiasalze sowohl mit organischen als unorganischen Säuren.

Für das Chlor ist die Unentbehrlichkeit einstweilen nur an einer Pflanze, dem Buchweizen (*Polygonum Fagopyrum*) experimentell nachgewiesen.

Man hat sich durch Vegetationsversuche überzeugt, dass man eine Pflanze vollständig ernähren kann, wenn man ihr die bisher als wesentlich genannten Elementarstoffe sämmtlich in geeigneter Form darbietet; dies kann geschehen zum Beispiel in folgenden Verbindungen:

1.

Salpetersaurer Kalk,
Salpetersaures Kali,
Saures phosphorsaures Kali,
Schwefelsaure Magnesia,
Phosphorsaures Eisen
(Chlornatrium).

2.

Salpetersaurer Kalk
Salpetersaures Ammoniak
Schwefelsaures Kali
Phosphorsaure Magnesia
Eisenchlorid.

Bei jeder der beiden Combinationen, sowie bei anderen ebenfalls möglichen, derselben Säuren und Basen sind alle nöthigen Elemente in geeigneter Form vertreten.

§ 32. **Die unwesentlichen Aschenbestandtheile.** Die Kieselsäure, bekanntlich die Verbindung von Silicium mit Sauerstoff, unterscheidet sich in ihrem Vorkommen von den bisher betrachteten Aschenbestandtheilen nicht nur dadurch, dass sie bald in grösseren, bald in kleineren Mengen auftritt, sondern auch besonders dadurch, dass sie erst mit zunehmendem Alter der Organe sich in denselben anhäuft. Hieraus geht hervor, dass sie mit den chemischen Vorgängen der Ernährung unmittelbar kaum in Zusammenhang steht. Ausserdem hat man Pflanzen, die sonst reich daran sind, zu anscheinend normaler Entwicklung gebracht, auch ohne dass sie Kieselsäure aufnehmen konnten.

Jod und Brom finden sich in vielen Meerespflanzen, besonders Algen, und werden auch daraus gewonnen; ob sie für deren Leben Bedeutung haben, ist nicht bekannt.

Das Natrium gelangt bei seiner allgemeinen Verbreitung auch in die Pflanze.

Das Lithium findet sich in mehreren Pflanzenaschen, besonders mancher Tabakssorten.

Zink, Kupfer und die übrigen Metalle werden, obwohl sie gewöhnlich nicht in den Pflanzenaschen vorkommen, doch von solchen Pflanzen aufgenommen, welche in einem daran sehr reichen Boden wachsen, woraus zugleich deutlich hervorgeht, dass die Pflanzen auch solche Stoffe aufnehmen können, welche sie zu ihrem Gedeihen durchaus nicht brauchen.

§ 33. **Die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden.** Abgesehen von den schwimmenden Wasserpflanzen, wie z. B. *Utricularia*, welche ihre gesamte Nahrung (auch die Kohlensäure) aus dem umgebenden Wasser aufnehmen, wachsen die allermeisten Pflanzen auf nassem oder porösem trockenem Boden, dem sie ihre Nahrungsstoffe, mit Ausnahme der Kohlensäure entziehen. Die Organe hiezu sind die Wurzeln und bei den wurzellosen Pflanzen Haare, Sprosse oder Thalluszweige, welche deren Stelle vertreten. An den Wurzeln sind es die Epidermiszellen und deren Haare, welche mit den Bodentheilen und dem diesen adhären den Wasser in Berührung kommen. Einige Nährstoffe sind in diesem Wasser des Bodens gelöst und gelangen unmittelbar durch Diffusion in die Wurzelzellen; andere werden durch den sauren Saft, der in den Wurzelzellen enthalten ist und auch deren Membranen durchtränkt, zersetzt und gelangen als Salze organischer Säuren in die Pflanze; lässt man Wurzeln über polirte Marmorplatten hinwachsen, so wird an den Stellen, welche unmittelbar von den Wurzeln berührt werden, der kohlensaure Kalk zersetzt und man erhält so einen Abdruck des ganzen Wurzelsystems auf der Platte. Eine dritte Gruppe von Nährstoffen endlich werden im Boden auf eigenthümliche Weise festgehalten, so dass sie durch Wasser nicht ausgewaschen, wohl aber von der Pflanze aufgenommen werden können; sie sind im Boden absorbirt. Deren Aufnahme, sowie die der in fester Form vorhandenen Stoffe, wird der Pflanze hauptsächlich dadurch ermöglicht, dass die Wurzelhaare mit den Bodentheilen aufs innigste verwachsen; zieht man eine kräftig wachsende Pflanze aus dem Boden, so sind diejenigen Wurzelstücke, welche mit Haaren überzogen sind (nicht die Spitzen und nicht die ältesten Theile) dicht von Erdpartikelchen eingehüllt, welche ohne Zerreißung der Haare nicht abgetrennt werden können.

Aus der Erfahrung, dass Pflanzen, welche dicht beisammen im nämlichen Boden oder selbst in demselben Wasser gewachsen waren, verschiedene Zusammensetzung der Asche, sowohl unter sich, als von der Zusammensetzung des Bodens haben, hat man den Schluss gezogen, dass

der Pflanze ein Wahlvermögen zukomme, gewisse Stoffe mit Vorliebe aufzunehmen und andere zurückzulassen. Allein diese Erscheinung lässt sich einfach nach den bekannten Diffusionsgesetzen erklären. Ein in der Umgebung der Pflanze gelöster Stoff (es gilt dies auch für die absorbirten und durch die Thätigkeit der Pflanze selbst in Lösung gehenden) wird in die Zellen der Wurzel so lange hineindiffundiren, bis Gleichgewicht zwischen den beiderseitigen Flüssigkeiten hergestellt ist; wird der Stoff in der Pflanze nicht verbraucht, also nicht verändert, so bleibt ein den Umständen entsprechender Gleichgewichtszustand bestehen und es wird keine weitere Aufnahme stattfinden; wird er aber in der Pflanze verbraucht, somit verändert, so ist er als solcher in der Pflanze nicht mehr vorhanden und es werden fortwährend neue Quantitäten einströmen. Der Verbrauch ist nun für verschiedene Pflanzenarten ein verschiedener und so erklärt sich die Verschiedenartigkeit in der Aschenzusammensetzung nebeneinanderstehender Pflanzen.

Die Nothwendigkeit gewisser Aschenbestandtheile für das Leben der Pflanze ist eine Thatsache, die für die Landwirthschaft hervorragende Bedeutung gewonnen hat. Alle Aschenbestandtheile und die Stickstoffverbindungen werden jährlich durch die Ernte in bedeutenden Mengen von den Feldern hinweggeführt. Diejenigen, welche im Boden in verhältnissmässig geringer Menge vorkommen, wie Phosphorsäure, Kali und Stickstoffverbindungen müssen wieder ersetzt werden, und dieser Ersatz ist die Aufgabe der Düngung.

§ 34. **Der Sauerstoff; Athmung.** Bei der Ernährung werden beständig grosse Mengen von Sauerstoffverbindungen in die Pflanze eingeführt; und da die aus diesen Verbindungen entstehenden assimilirten Stoffe sauerstoffarm sind, wird bei der Assimilation ein sehr grosser Theil dieses in Verbindungen enthaltenen Sauerstoffes abgeschieden und aus der Pflanze entfernt. — Im Gegensatz zu diesem Vorgange, welcher ausschliesslich in den chlorophyllhaltigen Zellen und unter Mitwirkung des Lichtes stattfindet, nehmen nun aber alle Pflanzentheile und zu jeder Zeit aus der Atmosphäre Sauerstoff auf, um dafür Kohlensäure auszuscheiden. Dieser Vorgang ist die *Athmung*, welche man von dem entgegengesetzten Process der Assimilation streng zu unterscheiden hat. Dass die Pflanze, indem sie durch die Assimilation Kohlensäure zersetzt, und umgekehrt bei der Athmung Kohlensäure erzeugt, dennoch an Gewicht zunimmt und Kohlenstoffverbindungen in sich anhäuft, erklärt sich einfach daraus, dass eben die Athmung der Pflanzen für gewöhnlich eine sehr schwache, die Assimilation unter günstigen Umständen eine äusserst ausgiebige ist. Pflanzen, welche im Finstern wachsen, also keine Möglichkeit haben, zu assimiliren, müssen deshalb nothwendig an Trockengewicht abnehmen und endlich durch Stoffverlust zu Grunde gehen. Je lebhafter das Wachsthum ist, desto energischer ist auch die Athmung. Dieselbe ist für das Leben der Pflanze unbedingt nothwendig; in sauer-

stofffreier Atmosphäre unterbleiben die Lebensvorgänge; die Bewegungen des Protoplasma stehen still, die Reizbarkeit beweglicher Blätter (wie von Mimosa, Oxalis s. § 45) erlischt; zuletzt tritt der Tod der ganzen Pflanze ein.

Durch die Athmung werden Kräfte gewonnen und neue chemische Processe angeregt.

Wie bei allen Oxydationsvorgängen wird auch in der Pflanze hiedurch Wärme frei; da aber bei der Pflanze die Abkühlung durch andere Factoren sehr begünstigt ist, wird für gewöhnlich keine Temperaturerhöhung durch die Athmung bemerkbar. Dieselbe tritt nur in einzelnen Fällen hervor, wo die Athmung sehr ausgiebig und die Abkühlung sehr beschränkt ist, so bei der Keimung von Samen, welche dicht beisammen liegen, wie z. B. die Gerstenkeime bei der Malzbereitung; dieselbe besteht nämlich darin, dass Gerstenkörner durch Feuchtigkeit und Wärme zum Keimen gebracht werden, um die Stärke in Zucker zu verwandeln; dabei tritt eine erhebliche Erhöhung der Temperatur ein. In manchen Blüthen z. B. von Aroideen, hat man eine Selbsterwärmung von 4—5, selbst bis 10° C über die Lufttemperatur beobachtet. In geeigneten Apparaten, wie Fig. 46, lässt sich eine solche Selbsterwärmung auch für beliebige andere, selbst kleine Blüthen, sowie für keimende Samen leicht nachweisen.

In den wenigen Fällen endlich, in denen ein Leuchten (Phosphorescenz) lebender Pflanzen sicher constatirt wurde, wie bei mehreren Pilzen (z. B. Agaricus olearius, der in der Provence wächst), hängt dieses mit der Sauerstoffaufnahme zusammen; es findet nur statt, so lange der Pilz lebt und von sauerstoffhaltiger Atmosphäre umgeben ist. Die alten Angaben über das Leuchten verschiedener Blüthen haben sich nicht bestätigt.

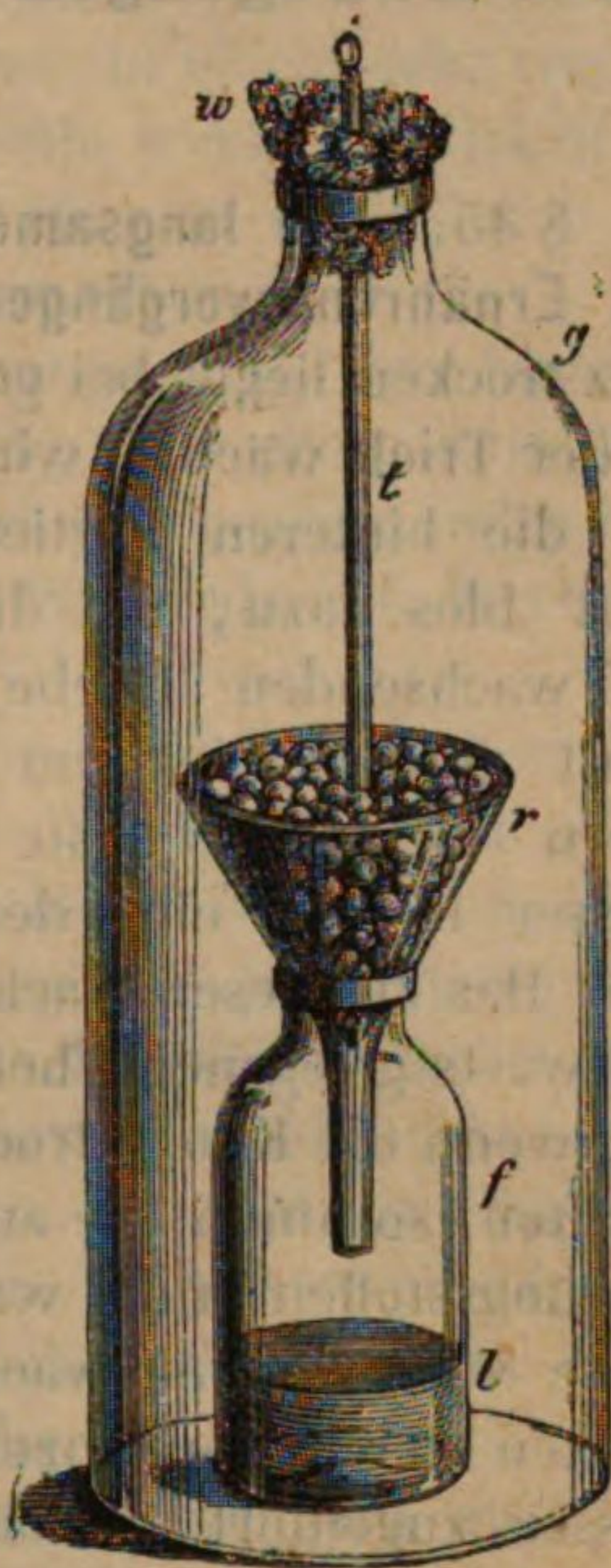


Fig. 46. Apparat zur Beobachtung der Selbsterwärmung kleiner, sich öffnender Blüthen oder keimender Samen. Dieselben werden auf den Trichter *r* möglichst dicht zusammengehäuft und dieser in ein unten Kalilauge (*l*) enthaltendes Gefäß (*f*) gesteckt. Dieselbe absorbiert die bei der Athmung gebildete Kohlensäure. Das Ganze wird mit einer Glocke (*g*) bedeckt, durch deren mit Baumwolle locker verstopften Hals ein feines Thermometer geführt wird, dessen Kugel zwischen den Objecten steckt. Die Temperatur wird in diesem Apparat höher sein als in einem zweiten ebensolchen, zum Vergleich aufgestellten, in dem die Pflanzentheile durch Papierstücke u. dgl. ersetzt sind (nach Sachs).

Zweites Kapitel.

Die Bewegungen des Wassers und der Gase in der Pflanze.

§ 35. **Die langsame Bewegung des Wassers bei den Wachstums- und Ernährungsvorgängen.** Eine Kartoffelknolle treibt, auch wenn sie ganz trocken liegt, bei genügender Temperatur aus; in demselben Masse, als der Trieb wächst, wird die Knolle von hinten her schlaff und runzelig; die hinteren Partien werden wasserärmer. Dieses Wasser dient nicht bloß dazu, um die Nahrungsstoffe zu lösen und in die Spitze der wachsenden Triebe zu transportieren, sondern es wird in diesen selbst zum Wachstum verbraucht; die wachsenden Zellmembranen lagern nicht bloß feste Cellulosetheilchen, sondern mit diesen auch Wasser in sich ein; der Saft Raum der wachsenden Zellen vergrößert sich. Das zu diesen Wachstumsvorgängen nöthige Wasser wird den weiter rückwärts gelegenen Theilen nach und nach entzogen; diese werden daher, wenn die Knolle trocken liegt, welk; wird sie aber in feuchter Erde gehalten, so nimmt sie aus ihrer Umgebung Wasser auf, welches mit den Nahrungsstoffen in die wachsenden Theile übergeführt wird. In derselben Weise wird den auswachsenden Knospen der Bäume, den Vegetationspunkten der Keimpflanzen, überhaupt allen wachsenden Pflanzentheilen Wasser zugeführt, zunächst aus den älteren Theilen und von diesen weiter zurückgreifend aus der Umgebung. Dieses Wasser wandert langsam von Zelle zu Zelle, indem durch den Verbrauch in den wachsenden Zellen das Gleichgewicht im Wassergehalt der einzelnen Zellen gestört wird und so das Wasser aus entfernteren Gewebepartien herbeiströmt.

§ 36. **Die Verdunstung (Transspiration).** Jeder an der Luft befindliche Pflanzentheil, der nicht von dicken Korklagen bedeckt ist, verdunstet fortwährend Wasser an die Atmosphäre. Führt man einen beblätterten Stengel bei genügend hoher Temperatur unter eine Glasglocke ein, so beschlägt sich dieselbe mit kleinen Wassertropfen, die aus dem von der Pflanze abgegebenen Wasserdampf condensirt werden. Die Transspiration ist natürlich desto lebhafter, je höher die Temperatur und je trockener die umgebende Luft ist. Dieser Wasserverlust wird wieder ersetzt durch andere Wassermengen, welche von der Wurzel aus dem Boden aufgenommen und den transspirirenden Theilen zugeführt werden. An besonders heißen Tagen kommt es vor, dass die Blätter der Bäume, krautige Pflanzen mehr verdunsten, als ihnen durch die Wurzel nachgeschafft werden kann; sie werden dann welk und schlaff. Das Welkwerden tritt bekanntlich an abgeschnittenen Pflanzentheilen ein. Je nach der Organisation der Pflanze und ihrer einzelnen Theile ist die Transspiration verschieden ausgiebig. Die Stämme der meisten

Holzgewächse sind durch dicke Korklagen fast vollständig davor geschützt; gering ist die Transpiration auch bei solchen Stämmen und Blättern, die mit einer starken Cuticula überzogen sind, wie die Blätter der Agaven, die Stämme der Cacteen und ähnlicher Pflanzen. Dieselben welken auch abgeschnitten, nur sehr wenig und gedeihen in einem sehr trockenen Boden. Zarte Blätter hingegen, deren Cuticula wenig entwickelt ist, wie vom Tabak, Kürbis, welken sofort, wenn sie von der Pflanze getrennt werden, oder wenn der Boden zu trocken wird.

Die Spaltöffnungen sind als die Ausführungsgänge der Inter-cellularräume bei der Transpiration insofern thätig, als diese zum Theil innerhalb des Gewebes von den die Inter-cellularräume begrenzenden Zellwänden aus stattfindet, von wo aus nun der Wasserdampf durch die Spaltöffnungen nach aussen treten kann.

§ 37. **Die Wasserströmung im Holz.** Das durch die Verdunstung abgegebene Wasser wird im Holzkörper von der Wurzel her den transpirirenden Theilen zugeführt. Man kann an einem Baumstamm einen Ring der Rinde entfernen, so dass also die Leitung in dieser unterbrochen ist; so lange das Holz erhalten bleibt, werden die Blätter nicht welk, das Wasser wird ihnen noch zugeleitet. Stellt man einen abgeschnittenen Zweig in eine farbige Lösung, z. B. von Anilin, so geht der Farbstoff mit dem Wasser im Holz in die Höhe. Dass die verholzten Zellen des Xylems diese Wasserleitung vermitteln, wird auch noch durch die That-sache bestätigt, dass untergetauchte Wasserpflanzen, welche ja keine Transpiration besitzen können, auch der verholzten Elemente im Xylem entbehren. Die Holzzellen enthalten aber gerade zu der Zeit, wo die Transpiration am lebhaftesten ist, nämlich im Sommer, Luft; es wandert also das Wasser nicht in den Höhlungen der Zellen, sondern in den Zellwänden oder vielleicht an deren Oberfläche. Die abgeschnittenen Stengel vieler stark transpirirenden Pflanzen welken sehr leicht und nehmen auch, in Wasser gestellt, nur sehr langsam wieder Wasser auf; es rührt dies daher, dass durch das Abschneiden an der Luft die Leitungsfähigkeit des Holzes an der Schnittfläche beeinträchtigt wird; schneidet man das untere Ende dann unter Wasser weg, so steigt das Wasser alsbald in die Höhe und die oberen Theile werden wieder straff. Aehnlichen Erfolg hat das Einpressen des Wassers in den Stengel.

Das Wasser, welches in den Holzzellwänden zum Ersatz des Transpirationsverlustes aufsteigt, wird von den Wurzeln aufgenommen; es hängt daher der Ersatz auch von deren Thätigkeit ab; wenn z. B. der Boden zu stark abgekühlt wird, so wird diese dadurch gelähmt und die Pflanze welkt; eine frisch versetzte Pflanze bleibt ebenfalls längere Zeit welk, da die Wurzeln erst wieder hinreichende Mengen von Wasser aufzunehmen vermögen, wenn sie durch neugebildete Haare wieder mit den Bodentheilen verwachsen sind.

Die Blätter und Stengel sind nicht im Stande, Wasserdampf aus

einer feuchten Atmosphäre oder auch flüssiges Wasser beim Begiessen aufzunehmen; man kann zwar leicht beobachten, dass welke Pflanzen nach Benetzung mit Thau oder Regen oder an feuchten Abenden straff werden; allein es rührt dies einerseits von der grösseren Wasseraufnahme aus dem befeuchteten Boden, andererseits von der verminderten Transpiration bei feuchter Atmosphäre her.

§ 38. **Der Wurzeldruck.** Es ist eine alte Erfahrung, dass beschnittene Weinreben im Frühjahr bluten, d. h. aus den Schnittflächen Wasser ausscheiden; bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass dieses Wasser vorzugsweise aus den Oeffnungen der grossen Gefässe austritt. Ein ähnliches Bluten beobachtet man auch bei mehreren Bäumen, z. B. Birke und Ahorn, sowie bei allen kräftig wachsenden, mit starken Wurzelsystemen versehenen holzbildenden Stauden; schneidet man eine Sonnenrose oder eine Tabakspflanze einige Centimeter über der Erde ab, und schützt die Schnittfläche vor Verdunstung, so beginnt nach einiger Zeit das Ausfliessen von Saft aus der Schnittfläche, welches, wenn dieselbe vor Verdunstung geschützt ist, selbst mehrere Tage lang anhält. Dieses Wasser wird von den Wurzeln der Erde entzogen und in die Pflanze hinaufgepresst, und zwar mit so bedeutender Kraft, dass es bisweilen einer Quecksilbersäule von ansehnlicher Höhe bedarf, um diesem Wurzeldruck das Gleichgewicht zu halten. Dieser Wurzeldruck verursacht auch bisweilen Ausscheidung von Wassertropfen an bestimmten Stellen der Pflanze, so an der Blattspitze vieler Aroideen, sehr schön an den Zähnen des Blattes von *Alchemilla vulgaris*, wo die Erscheinung fast an jedem Sommermorgen zu beobachten ist, aber gewöhnlich mit dem Thau verwechselt wird. Bei trockener Luft wird die Bildung von Tropfen an den betreffenden Stellen dadurch verhindert, dass das emporgepresste Wasser sofort verdunstet.

Bei krautigen Pflanzen enthält das von der Wurzel heraufgepresste Wasser fast nur einige Salze in Lösung, bei der Rebe und einigen Bäumen aber gewöhnlich auch organische Stoffe, besonders Zucker.

Diese Bewegung des Wassers in Folge des Wurzeldrucks findet im Frühjahr, überhaupt zur Zeit des kräftigsten Wachstums statt. An Pflanzen, welche vorher stark transpirirt haben, tritt nach Durchschneidung des Stammes kein Wasser aus dem Wurzelstock hervor, sondern erst nach mehr oder minder langer Zeit, wenn die Wurzeln wieder neues Wasser aufgenommen haben; es zeigt dies zunächst, dass der Wurzeldruck bei stark transpirirenden Pflanzen gar nicht vorhanden sein kann, und folglich, dass er zum Ersatz des transpirirenden Wassers nicht mitwirkt.

Blicken wir noch einmal auf die beschriebenen Erscheinungen zurück, so haben wir also in der lebenden Pflanze dreierlei Arten der Wasserbewegung zu unterscheiden, wovon zwei durch eine Art von Saugung, die von den Verbrauchsorten ausgeht, vermittelt werden, nämlich die langsame Bewegung des Wassers bei den Wachsthumsvorgängen

und die Wasserleitung im Holz, welche den Transpirationsverlust deckt. Die dritte Bewegung endlich wird durch einen Druck von der Wurzel her unabhängig vom Verbrauche verursacht; man muss hiebei allerdings annehmen, dass an den Wurzeloberflächen Saugung stattfindet; im Innern des Gewebes sind aber Einrichtungen getroffen, dass das eingesogene Wasser nach oben hinausgepresst wird.

Im Winter enthalten die Holzzellen Wasser und dazwischen auch mehr oder minder zahlreiche Luftblasen; daher kommt es, dass aus Bäumen, welche man im Winter oder zeitigen Frühjahr anbohrt, bei steigender Temperatur durch die Ausdehnung dieser Luftblasen das Wasser herausgetrieben wird, während bei sinkender Temperatur durch die Zusammenziehung der Luft Wasser eingesogen wird.

§ 39. **Die Bewegung der Gase in den Pflanzen.** Wir haben gesehen, dass jede Pflanzenzelle Sauerstoff aufnimmt, sowie dass die chlorophyllhaltigen Zellen Kohlensäure verbrauchen. Diese Gase müssen, um in das Innere der Zellen zu gelangen, die Membranen durchdringen und es geschieht dies auf dem Wege der Diffusion, indem sie in dem die Membranen durchtränkenden Wasser absorbirt werden und in diesem sich dahin bewegen, wo ihr Verbrauch stattfindet. Ebenso verlassen auch die bei diesen Vorgängen abgegebenen Gase, der Sauerstoff bei der Assimilation, die Kohlensäure bei der Athmung, die Zellen durch Diffusion gegen die Atmosphäre.

Ausser diesen Diffusionsbewegungen finden aber auch Massenbewegungen der Gase im Pflanzenkörper statt; denn derselbe ist gewöhnlich von luftführenden Räumen durchzogen; es sind das die Intercellularräume, die Gefässe (wenigstens während des Sommers) und die durch Zerreissung entstandenen Höhlungen, wie im Stengel der Gräser, Doldengewächse u. v. a. Dieselben stehen alle unter sich in Verbindung und communiciren bei den Landpflanzen durch die Spaltöffnungen mit der Atmosphäre. Presst man in ein Blatt, welches viele Spaltöffnungen besitzt, Luft ein, indem man z. B. das Blatt in die Mundhöhle nimmt und mit den Lippen den Stiel fest umschliesst, so treten aus dem Stielquerschnitt, den man unter Wasser hält, Luftblasen hervor, und zwar aus den Oeffnungen der Gefässe. Der umgekehrte Versuch gelingt nicht gut, weil die Spaltöffnungen am unter Wasser gebrachten Blatt durch capillar fest gehaltenes Wasser verstopft werden.

Die in diesen luftführenden Räumen enthaltene Luft tritt durch Diffusionsbewegung in Wechselwirkung mit den Zellinhalten; sie wird dadurch in ihrer Zusammensetzung geändert und es finden daher Bewegungen derselben und Ausgleich mit der Atmosphäre statt. Diese Bewegungen der Luft in den Binnenräumen werden befördert durch Biegung der Pflanzentheile unter dem Einfluss des Windes, sowie durch Temperaturschwankungen.

Die untergetauchten Wasserpflanzen besitzen sehr grosse lufthaltige

Zwischenräume, die nicht durch Spaltöffnungen mit der Atmosphäre in Verbindung stehen; es findet der Gasaustausch der einzelnen Zellen nicht unmittelbar gegen die Atmosphäre, sondern theils gegen die im umgebenden Wasser gelösten Gase, theils gegen diese Binnenluft hin statt; in diesen Luftlücken sammeln sich die Gase oft zu grossen Quantitäten an und üben dadurch einen bedeutenden Druck aus, so dass sie bei Verletzung der umgebenden Gewebe mit vernehmlichem Geräusche entweichen.

Drittes Kapitel.

Das Wachsthum.

§ 40. **Begriff des Wachstums.** Die Pflanzen und ihre Organe wachsen, d. h. sie nehmen an Volumen zu und verändern dabei ihre Gestalt, und zwar in Folge innerer Vorgänge, welche bleibende Veränderungen hervorrufen. Ein welk gewordener Pflanzentheil, in Wasser gelegt, vermehrt auch sein Volumen, es ist dies aber kein Wachsthum; denn wenn man ihm das Wasser wieder entzieht, kehrt er wieder auf seine frühere Grösse zurück; es wird also keine bleibende Veränderung hervorgerufen. Anders verhält sich hingegen die Sache, wenn einem reifen Samen Wasser zugeführt wird; derselbe keimt, d. h. das in ihm eingeschlossene Keimpflänzchen wächst heran, wächst aus dem Samen heraus; hier sind bleibende Veränderungen vor sich gegangen; wenn man auch das Wasser wieder entzieht, sind dieselben doch nicht wieder rückgängig zu machen.

Die inneren Vorgänge, welche diese bleibenden Veränderungen unmittelbar herbeiführen, bestehen der Hauptsache nach in der Einlagerung neuer fester Theilchen sowohl, als von Wasser in die wachsenden Zellwände durch Vermittelung des Protoplasma.

Eine nothwendige Bedingung des Wachstums ist das Vorhandensein von Baustoffen; damit ist aber nicht gesagt, dass eine wachsende Pflanze gleichzeitig Nahrungsstoffe aufnehmen, sich ernähren müsse; gewöhnlich werden die Nahrungsstoffe aus älteren, nicht mehr wachsenden Theilen einer Pflanze den jüngeren, wachsenden zugeleitet und dort verwendet; diese älteren Theile können nun Reservestoffbehälter sein, wie z. B. Kartoffelknollen, welche austreiben, oder es sind assimilirende Blätter, wie am deutlichsten bei den einjährigen Gewächsen, z. B. der Tabakspflanze; die ausgewachsenen Blätter assimiliren und auf Kosten der Baustoffe wachsen die Stengel und jüngeren Blätter.

§ 44. **Das Längenwachsthum der Stengel, Blätter und Wurzeln.** Das Wachsthum wird durch innere Ursachen bedingt; es gibt Pflanzentheile, welche, wenn sie eine gewisse Grösse und Form erreicht haben, überhaupt nicht mehr fähig sind zu wachsen; andere (z. B. die Knoten der Grashalme) können unter Umständen noch einmal zu wachsen anfangen. Ausserdem wird das Wachsthum auch durch äussere Umstände, als Feuchtigkeit, Wärme, Licht, Schwerkraft beeinflusst. Wir betrachten nun zunächst den Verlauf des Wachstums, soweit es durch diese äusseren Umstände nicht berührt wird.

Den einfachsten Fall bieten die Wurzeln dar; an einer wachsenden Wurzel unterscheidet man drei Regionen:

1) den Vegetationspunct, wo im Urgewebe neue Zellen in grosser Anzahl durch rasch aufeinanderfolgende Theilungen gebildet werden, aber nur ganz langsam sich vergrössern;

2) den in Streckung befindlichen, d. h. vorzugsweise im Längenwachsthum begriffenen Theil, in welchem die Zellen sehr stark an Volumen zunehmen und Zelltheilung nur noch in untergeordnetem Maasse stattfindet.

3) den ausgewachsenen Theil, in welchem zwar noch mannigfache Veränderungen vorgehen können, aber kein Wachsthum der Zellen mehr stattfindet.

Die Stengel, welche beträchtliche Längen erreichen, verhalten sich im Ganzen und Grossen ebenso wie die Wurzeln. Auch bei ihnen wird am Gipfel Zellgewebe durch Theilung gebildet, welches weiter unten in Streckung übergeht, an den ältesten Partien aber nicht mehr wächst. Wo jedoch scharf abgegliederte Internodien vorhanden sind (vgl. oben p. 35), tritt eine weitere Complication dadurch ein, dass innerhalb eines jeden Internodiums wieder ähnliche Verschiedenheiten des Wachstums auftreten und dass zugleich die Knoten schon frühzeitig aufhören sich zu verlängern, während die Internodien noch lange Zeit fortwachsen.

Die meisten Blätter bestehen anfangs aus sich theilendem Urgewebe, erreichen aber in verschiedener Weise ihren ausgewachsenen Zustand, so dass ein Vegetationspunct für dauerndes Wachsthum nicht mehr übrig bleibt.

Die drei Zustände, ^{der} Vorbereitung, des Wachstums und der definitive, ergreifen nacheinander jede einzelne Zelle, welche, nachdem sie im Urgewebe entstanden ist, beginnt sich zu strecken, um eine definitive Grösse zu erreichen. Dabei fängt sie langsam an zu wachsen, erreicht zu einer gewissen Zeit die grösste Geschwindigkeit, um dann allmählig wieder aufzuhören zu wachsen. Da nun dies bei allen auf gleicher Höhe liegenden Zellen in gleicher Weise zutrifft, so findet sich eine Strecke am wachsenden Theil, wo das Wachsthum am ausgiebigsten ist, von welcher aus es nach beiden Seiten hin an Geschwindigkeit abnimmt.

Jeder Pflanzentheil zeigt bezüglich der Geschwindigkeit seines Wachstums eine grosse Periode, d. h. er fängt langsam an zu wachsen, wächst zu einer gewissen Zeit am raschesten; von da ab erlischt das Wachstum allmählig, bis zuletzt das ganze Organ ausgewachsen ist. Abgesehen von der zunehmenden und abnehmenden Geschwindigkeit des Wachstums kommt auch die Dauer in Betracht, während welcher ein Pflanzentheil wachsen kann, und dessen Fähigkeit, eine bestimmte Länge zu erreichen. Man bemerkt z. B. sehr leicht, dass an den meisten Stengeln die untersten Internodien kurz bleiben, die nächstoberen grösser sind, an einer gewissen Stelle des Stengels am grössten und die obersten wieder kurz. Ebenso nimmt meistens auch die definitive Grösse der zugehörigen Blätter von unten bis etwa zur Mitte zu und dann wieder ab.

§ 42. **Eigenschaften wachsender Theile.** Wenn man einen Stengel, der an seinem unteren Theile schon ausgewachsen ist, oben aber noch wächst, kräftig zusammenbiegt, so kehren nach Beendigung dieses Eingriffes die ausgewachsenen Theile wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, während die wachsende Strecke die ihr gegebene Krümmung beibehält. Es zeigt dies also, dass wachsende Pflanzentheile zwar sehr biegsam sind, aber eine geringe Vollkommenheit der Elasticität besitzen. Aus dieser Eigenschaft erklärt sich auch folgender Versuch. Wenn man einen wachsenden Spross, (z. B. einen jungen Stengel der Wiesendistel, *Cirsium oleraceum*, oder kräftige Sprosse von Himbeeren) an seinem unteren steifen Theil heftig stösst, so wird dadurch der wachsende Gipfel zu einer starken Krümmung veranlasst, von welcher, nachdem er zur Ruhe gekommen, eine namhafte Biegung, ein Nicken nach der Seite hin zurückbleibt, von welcher aus die Stösse erfolgten.

Wenn man ein wachsendes Internodium der Länge nach halbt, so klaffen die beiden Längshälften stark auseinander; es rührt dies daher, dass das Mark von allen Geweben am meisten zu wachsen, sich auszu dehnen bestrebt ist, an der vollkommenen Ausdehnung aber durch die äusseren Gewebeschichten gehindert wird; diese werden, soweit es ihre Dehnbarkeit erlaubt, mitgezogen und hiedurch kommen Spannungen zu Stande. Trennt man nun die einzelnen Gewebe durch scharfe Schnitte vollständig von einander, so nimmt jedes eine andere Länge an; das Mark wird länger, als das ursprüngliche Internodium war; die äusseren Gewebe bleiben gleich oder werden kürzer; die Epidermis ist dann das kürzeste Gewebe.

§ 43. **Der Einfluss äusserer Bedingungen auf das Längenwachsthum.** Zunächst ist die Feuchtigkeit zu nennen; Organe, deren Zellen nicht straff mit Wasser erfüllt sind, wachsen überhaupt nicht.

Bezüglich der Abhängigkeit des Wachstums von der Wärme ist zu bemerken, dass, je günstiger die Temperatur ist, ein desto rascheres Wachstum erfolgt. Im Uebrigen gilt für das Wachstum dasselbe, wie für alle Lebensvorgänge s. unten § 47.

Das Licht übt eine beeinträchtigende, retardirende Wirkung auf das Wachsthum; es ist eine alte Erfahrung, dass Stengel, die sich im Finstern entwickeln, z. B. Kartoffeltriebe im Keller, viel länger werden, viel längere Internodien besitzen, als die normal am Licht wachsenden. Solche im Finstern erwachsene und daher in ihrer Form abnorm entwickelte Pflanzen werden als *etiolirt* bezeichnet. Ihre Internodien sind sehr lang, die Blätter sind nicht grün, sondern gelb, aber häufig viel kleiner, als die normalen; es rührt dies letztere von einer krankhaften Entwicklung her, da ja das Licht für andere Lebensvorgänge nothwendig ist. Die retardirende Wirkung des Lichts verursacht auch die Krümmungen einseitig beleuchteter, z. B. an einem Zimmerfenster stehender Stengel. Je schwächer nämlich das Licht, desto länger werden die Internodien; bei einseitiger Beleuchtung erhält die von der Lichtquelle abgewendete Seite weniger Licht und wird folglich länger, als die beleuchtete; hiedurch muss eine nach der Lichtseite concave Krümmung eintreten. Diese Eigenschaft der meisten Organe wird als *positiver Heliotropismus* bezeichnet. Die Blattstiele sind immer positiv heliotropisch und krümmen sich daher bei einseitiger Beleuchtung so, dass die oberen Blattflächen dem einfallenden Lichte zugekehrt werden, wobei indess noch andere Eigenthümlichkeiten mit in Betracht kommen. Im Gegensatz zu diesem positiven Heliotropismus versteht man unter *negativem Heliotropismus* die Eigenschaft einiger weniger Pflanzentheile, z. B. des Stammes des Epheus, mancher Wurzeln, sich vom Lichte hinwegzukurven, indem die beleuchtete Seite stärker wächst als die beschattete. Die Natur des Heliotropismus ist jedoch noch nicht vollständig bekannt.

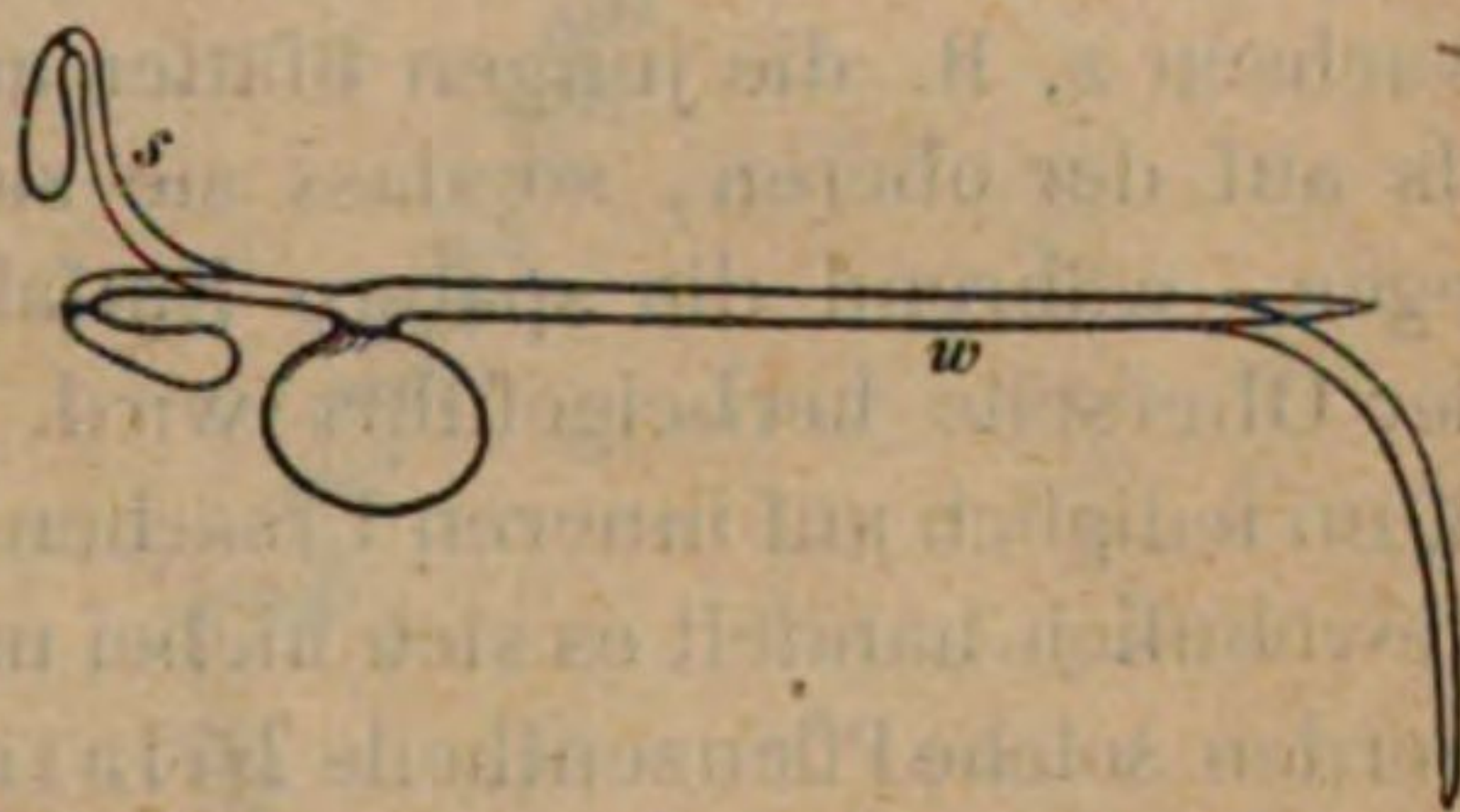


Fig. 47. Schwerkräftskrümmung einer horizontal gelegten Keimpflanze der Erbse. Die stärkere Contour gibt deren ursprüngliche Lage an; der Stengel (s) hat sich während des Weiterwachsens aufwärts, die Wurzel (w) abwärts gekrümmt.

Auch die *Schwerkraft* beeinflusst das Wachsthum; man kann sich leicht überzeugen, dass die meisten Stengel, die Bäume gerade aufwärts von der Erdoberfläche emporwachsen und zwar an allen Punkten der Erdoberfläche in der Richtung des verlängert gedachten Erdradius; in derselben Weise wachsen die Wurzeln, besonders die Hauptwurzeln, gerade abwärts, die Aeste, Blätter in einem bestimmten Winkel. Legt man einen wachsenden Stengel horizontal, so krümmt sich (Fig. 47 s) der von nun an wachsende Theil auf seiner Oberseite concav, auf der Unterseite convex, so dass das freie Ende aufwärts gerichtet wird und hernach senkrecht weiter wächst. In derselben Weise krümmt sich das wachsende Ende einer horizontal gelegten Wurzel abwärts (Fig. 47 w).

Lässt man in geeigneten Apparaten Keimpflanzen in einer horizontalen Ebene um einen Mittelpunkt rotiren, so folgt die Wurzel, ebenso wie unter gewöhnlichen Umständen der Schwerkraft, so hier der Centrifugalkraft und wächst vom Mittelpunkt hinweg in Richtung des Radius nach aussen, während der Stengel der Centrifugalkraft entgegen, gegen den Mittelpunkt zu wächst. Dass die anziehende, richtende Kraft unter gewöhnlichen Umständen wirklich die Schwerkraft ist, geht nicht bloß aus der an allen Punkten der Erdoberfläche gleichmässig mit dem Erdradius zusammenfallenden Richtung der betreffenden Pflanzentheile hervor, sondern wird noch durch den directen Versuch bestätigt. In einem ganz langsam rotirenden Apparat nämlich sind die Pflanzen der Schwerkraft entzogen, da diese in jedem Moment in anderer Richtung wirkt und diese Wirkungen sich einander aufheben; in einem solchen Apparat nun wachsen Keimpflanzen, Wurzeln, wie Stengel, nach allen beliebigen Richtungen.

§ 44. **Die Bilateralität.** Sehr viele Pflanzentheile sind so organisirt, dass die verschiedenen Seiten nicht in gleichem Maasse wachsen; so wachsen z. B. die jungen Blätter anfangs auf ihrer unteren Seite stärker, als auf der oberen, so dass sie sich über dem Stammende zusammenlegen, während die spätere Entfaltung durch ein stärkeres Wachsthum der Oberseite herbeigeführt wird. Es beruht dieses ungleiche Wachsthum lediglich auf inneren Ursachen und nicht auf äusseren Einwirkungen. Gewöhnlich handelt es sich hierbei um zwei verschiedene Seiten, und daher werden solche Pflanzentheile *bilateral*, d. h. zweiseitig genannt. Es gibt aber auch Pflanzentheile, deren Bilateralität erst durch äussere Einflüsse hervorgerufen wird, die nämlich deshalb auf beiden Seiten ungleich wachsen, weil diese gegen äussere Einflüsse ungleich empfindlich sind.

Das Zusammenwirken der inneren Ursachen, also der Bilateralität mit den directen äusseren Einflüssen, als Beleuchtung, Schwere, bewirkt die verschiedenen Stellungen, welche die Pflanzentheile in der Natur annehmen, insbesondere der wagerechten oder schrägen Stengel, Zweige, Blätter, Seitenwurzeln u. dgl.

Durch ungleichseitiges Wachsthum werden Bewegungen herbeigeführt, welche man allgemein als *Nutationen* bezeichnet. Findet die Bewegung bloß von hinten nach vorn, oder von rechts nach links statt, indem nämlich bald die hintere (rechte) Seite abwechselnd stärker wächst und bald die vordere (beziehungsweise linke), so ist das die *einfache Nutation*; findet sie aber nach allen Seiten hin statt, indem nämlich alle Seiten nacheinander im Wachsthum überwiegen, so kommt die *revolutive Nutation* zu Stande.

In sehr ausgebildeter Weise findet sich diese *revolutive Nutation* bei den Schlingpflanzen (z. B. Hopfen, Bohnen, Winde s. p. 37). So lange das wachsende Ende eines solchen Stengels keine Stütze findet, wird es durch jene Nutation im Kreise herumgeführt (wobei aus anderen Gründen noch Torsionen, s. u., eintreten); dieser Vorgang dauert so lange,

als die Bewegung des Gipfels nicht durch eine Stütze aufgehalten wird. Stösst die bei der Nutation vorangehende Seite des Sprosses auf eine Stütze, welche nicht zu dick ist, so wird die Nutationsbewegung verändert in der Weise, dass der Gipfeltheil eine aufsteigende Schraubenlinie bildet, in deren Mitte sich die Stütze befindet. Zunächst ist diese Schraubenwindung niedrig und so weit, dass sie der Stütze nicht anliegt; erst später wird sie viel steiler, dabei enger und schmiegt sich der Stütze fest an. Die meisten Schlingpflanzen winden links, d. h. die Windung steigt von links unten nach rechts auf; nur wenige, wie z. B. der Hopfen, winden rechts.

Bei den schlingenden Stämmen ist es gleichgültig, welche Seitenlinie mit der Stütze in Berührung kommt; dadurch unterscheiden sie sich von den Ranken, bei welchen gewöhnlich nur eine Seite im Stande ist, durch Berührung mit der Stütze concav zu werden. Diese Seite ist immer die Unter- (und Hinter-) Seite. Ausserdem unterscheiden sich die Ranken aber auch noch dadurch von den schlingenden Stämmen, dass die Krümmung durch einen unmittelbaren Reiz erzeugt wird, welchen die Berührung mit der festen Stütze hervorruft; es wird nämlich die Ranke an der Stelle der Unterseite, wo sie berührt wird, concav, an der gegenüberliegenden convex; und da durch diese Krümmung immer wieder neue benachbarte Punkte der Unterseite mit der Stütze in Berührung kommen, so schreitet die Krümmung fort, bis der ganze freie Theil der Ranke sich um die Stütze gewunden hat (s. Fig. 48). Der Reiz, der durch den Druck bewirkt wird, pflanzt sich auch auf das zwischen der Stütze und der Basis der Ranke liegende Stück derselben fort; dieses Stück kann sich jedoch nicht einfach, wie der freie Theil krümmen, sondern muss,

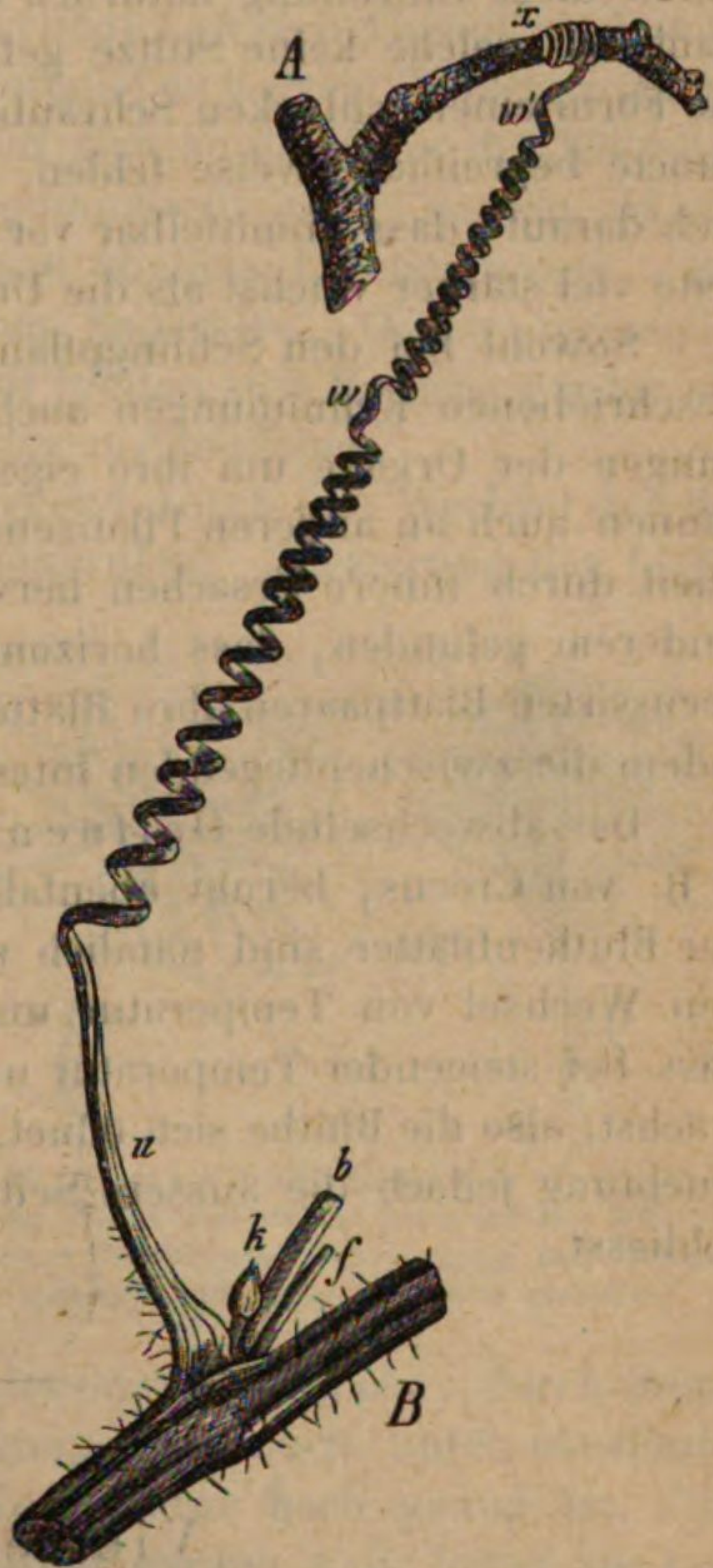


Fig. 48. Eine Ranke von *Bryonia dioica*, deren oberes Ende sich bei x um einen Zweig (A) gewunden hat; das zwischen dem Stützpunkt x und dem steifen Basalstück u gelegene Mittelstück der Ranke hat sich schraubig gewunden und dadurch den Stengel B näher an die Stütze gezogen; w und w' die Wendepunkte der Schraube (nach Sachs).

da es an beiden Enden festgehalten wird, seine Krümmung in der Weise ausführen, dass die korkzieherartigen Windungen nach zwei entgegengesetzten Richtungen verlaufen; man findet daher einen oder mehrere Wendepunkte (w, w' Fig. 48) in dieser Schraubenwindung des Zwischenstücks. Der Stengel, an welchem die Ranke seitlich entspringt, wird durch diese Einrollung natürlich näher an die Stütze hingezogen. Auch Ranken, welche keine Stütze gefasst haben, nehmen später gewöhnlich die Form einer schlanken Schraubenlinie an, welcher jedoch die Wendepunkte begreiflicherweise fehlen. Diese letztere Krümmung beruht einfach darauf, dass unmittelbar vor dem Auswachsen der Ranke die Oberseite viel stärker wächst als die Unterseite.

Sowohl bei den Schlingpflanzen, als bei den Ranken sind mit den beschriebenen Krümmungen auch Torsionen verbunden, d. h. Drehungen der Organe um ihre eigene Wachstumsaxe. Solche Torsionen können auch an anderen Pflanzentheilen, zum Theil durch äussere, zum Theil durch innere Ursachen hervorgerufen werden; so hat man unter Anderem gefunden, dass horizontal oder schräg wachsende Zweige mit decussirten Blattpaaren ihre Blätter anscheinend in zwei Reihen ordnen, indem die zwischenliegenden Internodien Torsionen erfahren.

Das abwechselnde Oeffnen und Schliessen vieler Blüthen, z. B. von Crocus, beruht ebenfalls auf Bilateralität; die unteren Partien der Blüthenblätter sind nämlich noch im Wachsthum begriffen und für den Wechsel von Temperatur und Beleuchtung in der Art empfindlich, dass bei steigender Temperatur und Beleuchtung die innere Seite stärker wächst, also die Blüthe sich öffnet, bei Abnahme von Temperatur und Beleuchtung jedoch die äussere Seite stärker wächst, also die Blüthe sich schliesst.

Viertes Kapitel.

Die Reizbewegungen ausgewachsener Organe.

§ 45. Die bisher betrachteten Krümmungen und Bewegungen von Pflanzentheilen treten nur auf, so lange das betreffende Organ noch wächst, sind eine Folge von ungleichem Wachsthum verschiedener Seiten. Es gibt aber eine Anzahl von Organen, namentlich Blättern, bei verschiedenen Pflanzen, welche im ausgewachsenen Zustande Bewegungen ausführen; die inneren Vorgänge, welche hiezu führen, sind sehr complicirt; es sei hier nur so viel bemerkt, dass sie auf Ausstossung des Wassers in Folge des Reizes auf einer Seite einer bestimmten Stelle des Blattstiels, des eigentlichen Bewegungsorgans beruhen.

Die ausgewachsenen Blätter vieler Pflanzen ändern täglich Morgens und Abends ihre Stellung, so dass man eine Tag- und eine Nachtstellung unterscheiden kann; in der Nachtstellung sind die Blätter im Allgemeinen zusammengeschlagen, in der Tagstellung dagegen ausgebreitet. Am bekanntesten sind diese Bewegungen bei den Blättern der Sinnpflanze *Mimosa pudica*, deren Fiederblättchen sich Abends nach aufwärts zusammenlegen, während der Blattstiel sich nach abwärts zurückschlägt. Die Bewegungsorgane befinden sich an der Basis der Blättchen und Blattstiele; bei vielen anderen Leguminosen, so bei der sog. Akazie *Robinia*, bei der Bohne, beobachtet man ähnliche Erscheinungen. Die Blättchen des dreizähligen Blattes vom Sauerklee, *Oxalis Acetosella*, schlagen sich Abends nach abwärts und breiten sich Morgens wieder aus (Fig. 49); noch viele andere Pflanzen zeigen Aehnliches.

Diese tägliche Periode wird vorwiegend durch den Wechsel der Beleuchtung und der Temperatur hervorgerufen. Steigerung der Lichtintensität und Temperatur veranlasst nämlich die Tagstellung, Abnahme derselben die Nachtstellung. Es kommt diesen Blättern aber auch eine durch innere Ursachen bewirkte periodische Bewegung zu, welche hervortritt, wenn man die Pflanze in dauernder Finsterniss erhält. Alsdann zeigt sich, dass die Blätter in beständiger, wenn auch schwächer ausgesprochener Bewegung begriffen sind.

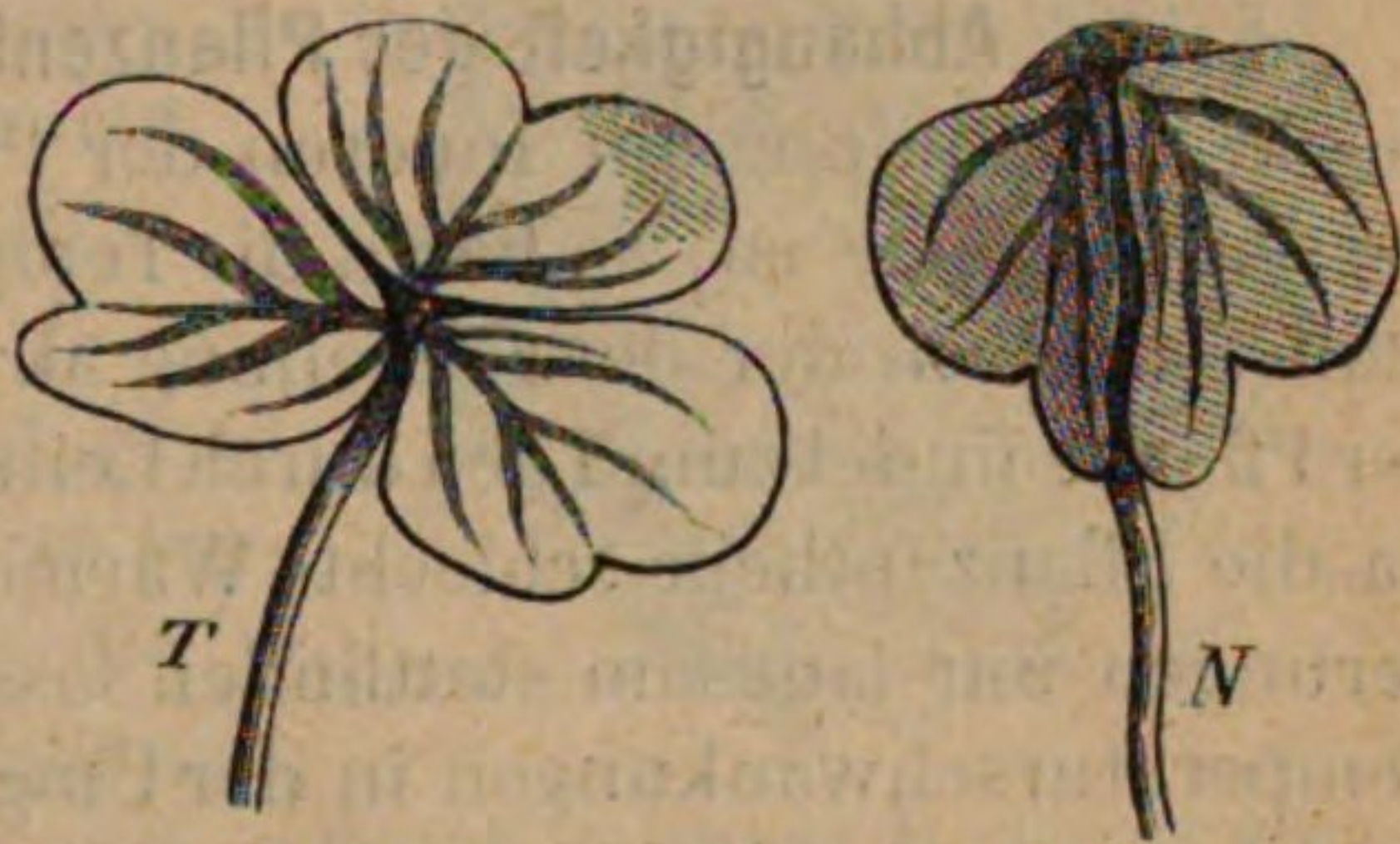


Fig. 49. Blatt von *Oxalis* in der Tag- (*T*) und Nachtstellung (*N*); in letzterer ist jedes der drei Blättchen an seiner Mittelrippe rechtwinkelig nach einwärts gebogen und zugleich abwärts gesenkt.

Bei einigen wenigen Pflanzen findet diese eigentliche, durch innere Ursachen bewirkte periodische Bewegung aber auch unter constanten Verhältnissen statt, wenn nur die Temperatur hoch genug ist. Die Seitenblättchen des Blattes von *Hedysarum gyrans* z. B. (einer aus Ostindien stammenden Papilionacee) führen fortwährend kreisende Bewegungen aus, die sich schon innerhalb 2—5 Minuten wiederholen.

Unter den periodisch beweglichen Blättern findet sich eine geringere Anzahl, welche noch ausserdem die Eigenschaft besitzen, durch Erschütterung aus der Tagstellung in die Nachtstellung überzugehen, so besonders die Blätter von *Mimosa*.

Die Staubfäden mehrerer Blüthen, z. B. von *Berberis*, *Centaurea* sind nur durch Erschütterung reizbar; die von *Berberis*, welche im ruhenden Zustande auseinandergeschlagen sind, biegen sich bei Berührung der Innenseite concav nach innen, so dass sie sich auf die Narbe hinneigen. Die von *Centaurea* verkürzen sich durch Berührung und erschüttern, da sie mit der Kronenröhre verwachsen sind, dadurch auch die übrigen der-

selben Blüthe. Die einzelnen Blüthen stehen dicht gedrängt in den Blüthenköpfen; fährt man sachte über einen solchen mit der Hand hinweg, so tritt eine lebhafte wimmelnde Bewegung aller Einzelblüthen ein.

Wenn die Bewegungen der Blätter vor sich gehen sollen, muss sich die Pflanze in einem gewissen Zustande der Reizbarkeit befinden; durch lange dauernde Finsterniss, durch lange Dauer von zu hoher oder zu niedriger Temperatur, durch chemische oder elektrische Eingriffe tritt ein Starrezustand ein, in welchem kein Reiz im Stande ist, die Bewegung zu veranlassen.

Fünftes Kapitel.

Allgemeine Lebensbedingungen der Pflanze.

§ 46. **Abhängigkeit des Pflanzenlebens von den Wärmezuständen.** Da die Wärmebildung im Inneren der Pflanze mit wenigen Ausnahmen eine äusserst geringe ist, so hängt die Temperatur des Pflanzenkörpers fast ausschliesslich von der Umgebung ab; der Ausgleich zwischen dieser und der Pflanze findet zum Theil durch Leitung, zum Theil durch Strahlung statt. Da die Pflanzentheile schlechte Wärmeleiter sind, d. h. Temperaturveränderungen nur langsam stattfinden lassen, so wird bei raschen und starken Temperaturschwankungen in der Umgebung die Pflanze häufig eine andere bald höhere, bald niedrigere Temperatur haben müssen, als gleichzeitig in der Umgebung herrscht; wenn diese letztere nur langsam schwankt, wie z. B. im Boden, im Wasser, so werden auch die dort befindlichen Pflanzentheile immer nahezu dieselbe Temperatur haben, wie die Umgebung. Was die Strahlung betrifft, so ist dieselbe bei den Pflanzen, zumal den Blättern, eine sehr wichtige Ursache der Temperaturänderung; bei klarer Luft können daher solche Pflanzentheile hauptsächlich Nachts durch Strahlung viel kälter werden als die sie umgebende Luft, worauf auch die Bildung des Thaus und Reifs beruht. Eine weitere Ursache der Abkühlung der in der Luft ausgebreiteten Pflanzentheile liegt in der Verdunstung, welche besonders am Tage dahin wirkt, die Blätter unter die Temperatur der umgebenden Luft abzukühlen.

Jeder Vorgang in der Pflanze ist an eine gewisse Temperatur gebunden, d. h. unter einem gewissen Temperaturgrade, dem Minimum, sowie oberhalb einer gewissen Temperatur, dem Maximum, kann er nicht stattfinden. Es gilt dies für das Wachsthum, für die Assimilation, für die Bewegungen des Protoplasmas, für die Thätigkeit der Wurzeln u. s. w. Innerhalb dieser beiden Grenzen, zwischen dem Minimum und Maximum gibt es für jede Function, und zwar für jede Pflanze verschieden ein Optimum, bei welchem die Function am intensivsten verläuft. Wenn

also die Temperatur bis zum Optimum steigt, wirkt sie mit jedem Grade günstiger; steigt sie aber über das Optimum hinaus bis zum Maximum, so wirkt sie mit jedem Grade ungünstiger.

Man kann im Allgemeinen annehmen, dass alle Vegetationserscheinungen unserer einheimischen Pflanzen erst bei einigen Graden über dem Eispunct beginnen, dann bis ungefähr $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$ sich an Intensität steigern, bei der genannten Temperatur ihr Optimum erreichen und bei Temperaturen über 30 bis ungefähr 45°C wieder an Energie abnehmen, um bei etwa 50°C ganz zu erlöschen. Bei Pflanzen heisser Klimate liegt die untere Grenze beträchtlich höher; so keimt z. B. ein Kürbissame erst bei 13°C .

Die Tödtung durch zu hohe Temperatur hängt vom Wassergehalt ab; während trockene Erbsensamen eine Stunde lang erst bis über 70°C erwärmt, ihre Keimkraft verlieren, werden sie, mit Wasser vollgesogen, schon bei einer Temperatur von 54°C getödtet. Die meisten Pflanzentheile ertragen keine höhere Temperatur bei länger dauernder Einwirkung, als etwa 50°C in Luft, 45°C in Wasser.

Das Erfrieren der Pflanzen, d. h. deren Beschädigung oder Tödtung durch Kälte findet erst dann statt, wenn die Temperatur der Pflanze einige, zuweilen selbst viele Grade unter den Eispunct sinkt, vorausgesetzt, dass die betreffende Pflanze überhaupt im Stande ist zu erfrieren; denn viele werden durch Kälte überhaupt nicht getödtet, wie die Flechten, manche Moose und Pilze; es sind das gerade diejenigen, welche auch das Austrocknen ohne Nachtheil ertragen. Ueberhaupt sind trockene Pflanzentheile, wie die meisten Samen, die Winterknospen unserer Bäume, sehr unempfindlich, während dieselben, wenn sie mehr Wasser enthalten, so die Knospen während der Entfaltung, sowie überhaupt saftige Pflanzentheile sehr leicht erfrieren. Setzt man einen solchen wasserreichen Pflanzentheil der Kälte aus, so tritt ein der Temperaturerniedrigung entsprechender Theil des Wassers aus den Zellen heraus und gefriert an deren Oberfläche, während sich das Gewebe entsprechend zusammenzieht; innerhalb der Zellen gefriert das Wasser nicht. Das aus den Zellen ausgetretene gefrorene Wasser bildet Massen oder Krusten (*k* Fig. 50), bisweilen lange Kämme, welche aus einzelnen parallelen Eiskrystallen bestehen, und zwar aus fast ganz reinem Eis, da die gelösten Stoffe mit dem Rest des Wassers in concentrirter Lösung in den

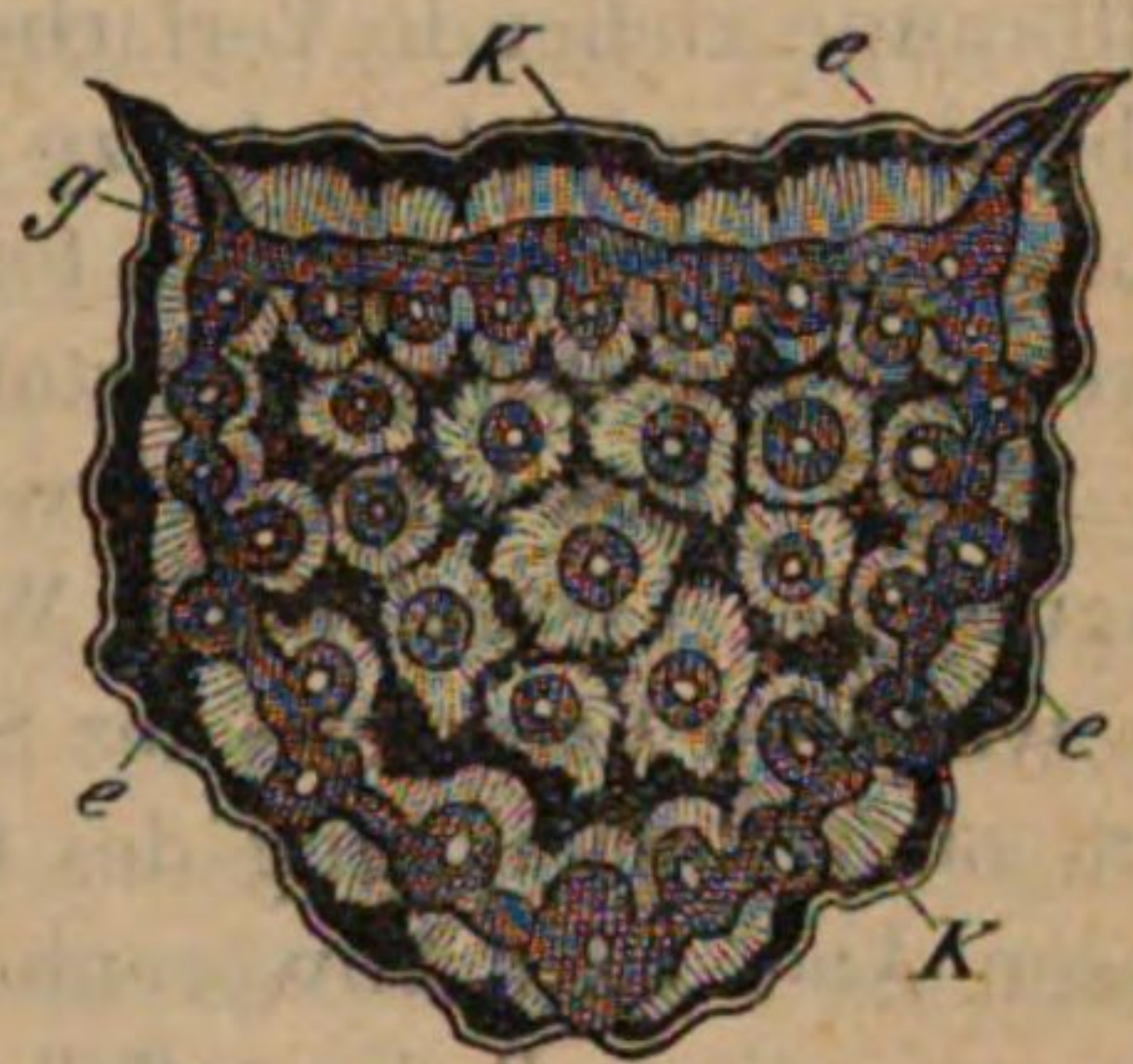


Fig. 50. Eismassen (*k*) zwischen dem zerrissenen Gewebe eines gefrorenen Artischockenblattstiels (*Cynara Scolymus*). Querschnitt. *g* Parenchym, in einzelne, die Fibrovasalstränge enthaltende Partien zerrissen; *e* die Epidermis. Die Hohlräume sind ganz schwarz gehalten (nach Sachs).

Zellen zurückbleiben. Es ist gewiss, dass diese Eisbildung an und für sich vielen Pflanzen nicht schadet; denn bei langsamem Aufthauen nehmen die Zellen das langsam abschmelzende Wasser wieder auf und kehren in ihren ursprünglichen normalen Zustand zurück. Lässt man jedoch das Aufthauen rasch vor sich gehen, so findet das plötzlich in grossen Mengen abschmelzende Wasser nicht Zeit, wieder in die Zellen einzutreten, sondern stagnirt in den Zwischenräumen, wodurch die Pflanzen missfarbig werden und faulen, oder es läuft ab und verdunstet, so dass die Pflanze vertrocknet. Manche Pflanzentheile jedoch, wie z. B. Kürbis- und Georginenblätter, lassen sich auch durch langsames Aufthauen nicht vor dem Kältetod schützen.

Eine eigenthümliche Wirkung übt die Kälte auf manche grüne Blätter aus; die Zweige und Blätter von Thuja, Ilex u. a. werden durch die Kälte braunroth, beim Erwärmen wieder grün; es rührt diese gewöhnlich ins Hellbraune ziehende Verfärbung von einer Umwandlung des Chlorophylls selbst her und ist nicht zu verwechseln mit der im Herbst und Winter häufig auftretenden rothen Färbung vieler Blätter, z. B. des wilden Weins, durch einen gelösten Farbstoff.

§. 47. **Das Licht** ist, wie wir gesehen haben, eine nothwendige Bedingung der Assimilation. Wenn dieselbe aber stattgefunden hat, können die weiteren Vorgänge des Stoffwechsels und Wachstums grösstentheils auch ohne Betheiligung des Lichtes vor sich gehen, wenn sie auch von dessen An- oder Abwesenheit modificirt werden. Aus Reservestoffbehältern, wie z. B. Kartoffelknollen, wachsen in vollständiger Finsterniss Triebe heran; das wachsende Stammende einer kräftigen Pflanze, in einen finstern Raum eingeführt, erzeugt Blätter, Blüthen und Früchte, da es von den unteren am Licht assimilirenden Blättern ernährt wird. Wenn wir die modificirenden Einflüsse, welche das Licht auf Wachstum, Stoffwechsel und ähnliche Vorgänge ausübt, mit berücksichtigen, ergeben sich fünf Wirkungen des Lichts auf das Pflanzenleben, welche jedoch in zwei Gruppen zerfallen, in chemische, welche in höherem Grade von den minder brechbaren (gelben) Strahlen hervorgerufen werden (also gerade umgekehrt, wie die chemische Wirkung des Lichts auf Silberlösung u. dgl.) und in mechanische, welche vorzugsweise den brechbaren (blauen) Strahlen zukommen.

Von den chemischen Wirkungen ist

1. die Chlorophyllbildung in der Weise vom Lichte abhängig, dass gewöhnlich im Finstern die Protoplasmapartien, die Chlorophyllkörper sich wohl aus der übrigen Masse ausscheiden; allein die Bildung des Farbstoffs geht nur unvollständig vor sich; sie färben sich nur gelb, aber nicht grün. Zur Entstehung des grünen Farbstoffs ist die Mitwirkung des Lichtes nothwendig, und zwar kommt diese Wirkung den minder brechbaren Strahlen zwar nicht ausschliesslich, aber doch in höherem Maasse zu, als den stärker brechbaren. Nur wenige Pflanzentheile, wie

die Keimpflanzen der Nadelhölzer und die Blätter der Farne vermögen im Finstern zu ergrünen. Es ist jedoch nicht zu vergessen, dass die Chlorophyllbildung auch von der Temperatur abhängt und bei zu niedriger Temperatur nicht erfolgt; daher können Pflanzentheile, welche im ersten Frühjahre bei kalter Witterung aus dem Boden hervorbrechen, trotz des Lichtes Tage lang gelb bleiben, bis wärmere Temperatur eintritt.

2. Die Abhängigkeit der Assimilation vom Lichte wurde schon oben (§ 29) erwähnt; die Wirkung der stärker brechbaren Strahlen ist hier eine äusserst geringe.

Mechanische Wirkungen sind:

3. die Erscheinung, dass bei vielen Pflanzen starke Beleuchtung an Blättern oder anderen grünen Theilen eine hellere grüne Färbung hervorruft, während beschattete Theile gleichzeitig dunkelgrün bleiben. Es ist bis jetzt so viel beobachtet, dass dieser Wechsel der Färbung auf einer Lagenänderung der Chlorophyllkörner in den Zellen beruht, welche wahrscheinlich durch das Protoplasma veranlasst wird. — Viele Schwärmsporen bewegen sich der Lichtquelle zu, andere fliehen dieselbe.

4. Die Zelltheilung ist unabhängig vom Lichte; sie geht sehr häufig an Orten vor sich, die kein Licht erhalten, wie an vielen Vegetationspuncten, im Cambium, ebensogut in anderen Fällen auch bei voller Beleuchtung, z. B. bei vielen Spaltöffnungen. Hingegen wird das Wachsthum aller positiv heliotropischen Organe, wie wir oben gesehen haben, durch das Licht, und zwar ausschliesslich durch die stärker brechbaren Strahlen, in retardirender Weise beeinflusst.

5. Das Licht wirkt auf die reizbaren beweglichen Pflanzenorgane in zweierlei Weise; erstens ruft eine Steigerung der Lichtintensität die Tagstellung hervor; zweitens ist der reizbare Zustand davon abhängig, dass die Pflanze schon längere Zeit in normaler Weise dem Lichte ausgesetzt gewesen ist.

§. 48. **Die Schwerkraft.** Alle Pflanzen und Pflanzentheile unterliegen natürlich der allgemeinen Schwerkraft. In welcher Weise dieselbe vermittels des Wachsthum auf die Richtung der Pflanzentheile einwirkt, haben wir bereits (§. 43) kennen gelernt. Die Pflanzen besitzen aber auch Einrichtungen, welche darauf berechnet sind, das Gewicht der Pflanzentheile mit den übrigen Verhältnissen in Einklang zu bringen. Die Festigkeit des Holzes trägt wesentlich dazu bei, die mit Blättern und Früchten schwerbeladenen Aeste vor dem Sinken zu bewahren; die kletternden Schling- und Rankenpflanzen benützen zu dem gleichen Zwecke fremde Körper als Stützen; die Wasserpflanzen besitzen besondere Vorrichtungen, als luftgefüllte Räume, lange wachsende Stiele u. dgl., um einzelne ihrer Theile an die Oberfläche des Wassers zu bringen. Die Samen und Früchte vieler Pflanzen sind mit haarigen, federigen oder flügelartigen Anhängseln versehen, welche ihre Beweglichkeit durch den Wind, selbst den Transport auf hohe Berge hinauf ermöglichen.

§. 49. **Die Elektrizität.** Die zahlreichen chemischen Processe in der Pflanze müssen von elektrischen Vorgängen begleitet sein. Die elektrischen Spannungen zwischen Erde und Luft werden sich, da die Pflanzensäfte gute Leiter sind, durch die Pflanze hindurch ausgleichen, wie die Blitzschläge, die ganz besonders durch hohe Bäume sich zu entladen pflegen, in auffallender Weise zeigen. Im Uebrigen ist wenig bekannt. Stärkere elektrische Reizungen wirken auf die reizbaren Blätter, z. B. von Mimosa, ähnlich wie blosse Erschütterungen; auch das Protoplasma zeigt, elektrisch gereizt, keine speciell eigenthümlichen Erscheinungen, die man nicht auch durch andere Eingriffe hervorrufen könnte.

Sechstes Kapitel.

Die Fortpflanzung und der Generationswechsel.

§. 50. Verschiedene Pflanzen besitzen die Fähigkeit, durch Abtrennung von Brutknospen (s. p. 36) sich zu vermehren; ähnliche Vermehrung kommt auch dadurch zu Stande, dass manche Stengel (besonders unterirdische Rhizome, kriechende Stengel u. s. w.) sich verzweigen und von rückwärts her fortwährend absterben und verwesen, so dass die einzelnen Zweige nun ebensoviele vollständig isolirte Pflanzen darstellen. Künstlich kann man auch von vielen Pflanzen einzelne Zweige, auch Blätter abschneiden, welche sich unter geeigneten Bedingungen bewurzeln und neue Pflanzen bilden. Alle diese noch viel mannichfaltigeren Vorgänge werden als vegetative Vermehrung zusammengefasst.

Ausser derselben findet man aber bei allen Pflanzen mit Ausnahme einiger noch wenig bekannter der niedrigsten Algen und Pilze, noch die eigentliche Fortpflanzung im engeren Sinne. Dieselbe kann in zweierlei Weise sich geltend machen.

a) als ungeschlechtliche durch Sporen, welche bei den Kryptogamen allgemein, bei den Phanerogamen jedoch nicht vorkommen; sie sind dadurch ausgezeichnet, dass sie ohne Mitwirkung anderer Pflanzentheile im Stande sind zu keimen und neue Pflanzen zu produciren und gewöhnlich (mit Ausnahme einiger Pilze) aus einer einzigen Zelle bestehen.

b) die zweite Form der Fortpflanzung ist die geschlechtliche oder sexuelle, welche darin besteht, dass zwei Zellen gebildet werden, welche durch ihre Vereinigung erst ein entwicklungsfähiges Product liefern. Bei gewissen Gruppen der Algen und Pilze (Conjugaten und Zygomyceten) sind diese beiden Zellen von gleicher Form und Grösse; der Vorgang wird dann als Conjugation bezeichnet. In den meisten Fällen jedoch vollzieht sich die Befruchtung im engeren Sinne zwischen zwei an Form und Grösse sehr verschiedenen Zellen, von denen die eine als männlich,

die andere als weiblich bezeichnet wird. Bei den meisten Kryptogamen, mit wenigen Ausnahmen, sind die männlichen Befruchtungskörper Spermatozoiden, d. h. selbständig bewegliche nackte Protoplasmakörper, welche in das weibliche Befruchtungsorgan eindringen und dort mit der weiblichen, der Eizelle, d. h. ebenfalls einer nackten Primordialzelle, die aber viel grösser und nicht selbständig beweglich ist, sich verbinden. Die Eizelle umgibt sich hierauf mit einer Membran und bildet sich in den Embryo oder Keim um. Bei den Phanerogamen, welche sich durch die Bildung ächter Samen auszeichnen, sind die männlichen Zellen die Pollenkörner (die Zellen des Blütenstaubes), welche zu einem langen Schlauch auswachsend durch Berührung mit der im Innern des Fruchtknotens befindlichen Eizelle die Befruchtung vollziehen.

Bei den letzteren entsteht durch die Befruchtung sofort wieder eine neue Pflanze, welche der Mutterpflanze vollkommen gleich ist. Bei den Kryptogamen dagegen, besonders deutlich bei den höheren, ist es allgemein der Fall, dass während der ganzen Entwicklung einer Pflanze zweierlei Fortpflanzungsweisen, eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche mit einander abwechseln. So z. B. entstehen auf der Rückseite der Farnblätter ungeschlechtliche Sporen in Form eines feinen braunen Staubes, durch deren Keimung nicht wieder ein Farnkraut, sondern ein sehr einfaches Pflänzchen, das sogenannte Prothallium, gebildet wird. Auf diesem Prothallium, welches selbständig für sich lebt, entstehen die Sexualorgane und aus der befruchteten Eizelle bildet sich hier der Embryo, welcher wieder zu einem Farnkraut auswächst. Einen solchen Vorgang nennt man Generationswechsel, der bei den verschiedenen Kryptogamen in sehr mannigfaltiger Form auftreten kann. Die ungeschlechtliche Generation wird repräsentirt durch die ungeschlechtliche Sporen erzeugenden Pflanzen, also z. B. das Farnkraut, die Geschlechts- generation durch die mit Sexualorganen ausgestatteten Pflanzen, z. B. das Prothallium.

Die Art und Weise, wie die Fortpflanzung stattfindet und wie sich der Generationswechsel dabei betheiligt, ist von der grössten Wichtigkeit für die natürliche systematische Eintheilung der verschiedenen Pflanzenformen und wird daher im folgenden Theil für die einzelnen Classen ausführlich beschrieben werden.

Dritter Theil.

Systematische Uebersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung. Bei einer systematischen Eintheilung der Pflanzen kann man auf zweierlei Weise verfahren. Entweder will man nur die grosse Zahl der verschiedenen Pflanzenformen nach irgend einem Princip so eintheilen, dass überhaupt durchgreifende Ordnung entsteht, vermittels deren man im Stande ist, jeder Pflanze einen Platz anzuweisen und sie wiederzufinden. Derartige Systeme sind früher vielfach aufgestellt worden und führen den Namen künstliche Systeme. Es wird hierbei das Eintheilungsprincip mehr oder weniger willkürlich im Voraus bestimmt, ohne Rücksicht darauf, ob bei der so getroffenen Eintheilung auch immer die wirklich verwandten Pflanzenformen zusammenkommen, die weniger verwandten auseinandergehalten werden. Das bekannteste derartige System ist das sogenannte Sexualsystem von Linné, welcher die Pflanzen nach der Zahl und Verwachsungsweise der Sexualorgane eintheilte. Dieselben waren aber zu seiner Zeit nur für die Phanerogamen (die Samenpflanzen) bekannt; für die grosse Zahl der Kryptogamen, welche bei Linné gleichsam nur als Anhang erscheinen, lässt sich dieses Princip nicht durchführen.

Das natürliche System, für dessen Entwicklung gerade die genauere Kenntniss der Fortpflanzung der Kryptogamen von der höchsten Bedeutung war, hat die Aufgabe, die Pflanzen nach ihren inneren Verwandtschaften zusammen zu ordnen; da diese aber von der Natur ein für allemal gegeben sind, hängt die Aufstellung des natürlichen Systems nicht von der Wahl eines willkürlichen Eintheilungsprincips ab, sondern ist bedingt durch den Stand unserer Kenntnisse dieser inneren Verwandtschaften. Dieselben sprechen sich vorwiegend in der Structur und den sonstigen Eigenschaften der Fortpflanzungsorgane, sowie in den Beziehungen der Fortpflanzung zum Generationswechsel aus.

Dies gilt hauptsächlich für die Aufstellung der grösseren Abtheilungen des Pflanzenreichs; innerhalb jeder einzelnen Abtheilung aber kann sich die Verwandtschaft bald in dieser, bald in jener Weise kenntlich machen, ohne dass man im Stande wäre, allgemeine Regeln für die Feststellung näherer Verwandtschaften aufzustellen.

Da die Forschungen über diesen Gegenstand noch lange nicht abgeschlossen sind, so ist auch das natürliche System noch nicht vollkommen ausgebildet; die verschiedenen übersichtlichen Darstellungen, welche man als solche bezeichnet, sind daher nur mehr oder minder vollkommene Annäherungen an die Wahrheit. Somit kann auch das hier in folgendem zu Grunde gelegte System nicht als das einzig richtige betrachtet werden; es wurde nur deshalb gewählt, weil die hier gegebene Eintheilung dem gegenwärtigen Stand der Morphologie und Verwandtschaftslehre am besten zu entsprechen scheint.

Vorläufig mag folgende Uebersicht die Hauptabtheilungen zur Anschauung bringen:

I. Gruppe. Die Thallophyten. *Pflanzen von sehr einfachem Bau, ohne Sonderung von Blatt und Ache, ohne üchte Wurzeln und Fibrovasalstränge, zum Theil ohne deutlichen Generationswechsel.*

Classe 1. Algen.

— 2. Pilze.

} 3. Flechten.

II. Gruppe. Die Muscineen. *Aus der Spore entsteht die meist in Stamm und Blatt gegliederte, aber der Fibrovasalstränge und Wurzeln entbehrende Pflanze, welche die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird eine sporenbildende Kapsel.*

Classe 3. Lebermoose (Hepaticae)

— 4. Laubmoose (Musci).

III. Gruppe. Die Gefässkryptogamen. *Aus der Spore entsteht ein kleines Prothallium, welches die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird die in Stamm, Blatt, Wurzeln gegliederte Pflanze mit Fibrovasalsträngen, welche wieder Sporen erzeugt.*

Classe 5. Filicinen.

— 6. Equisetinen.

— 7. Lycopodinen.

IV. Gruppe. **Die Phanerogamen.** *Sie sind ausgezeichnet durch die Bildung ächter Samen, welche zur Zeit der Reife eine kleine Pflanze mit Wurzelanlagen und den ersten Blättern enthalten. Die junge Samenanlage enthält in sich die Eizelle, welche durch die Befruchtung zum Embryo wird.*

Abtheilung A. **Gymnospermen.**

Classe. 8. Gymnospermen.

Abtheilung B. **Angiospermen.**

Classe 9. Monocotyledonen.

— 10. Dicotyledonen.

Hebt man die mehreren Gruppen gemeinsamen Merkmale den übrigen gegenüber hervor, so stehen den Phanerogamen als samentragenden Pflanzen die drei übrigen Gruppen zusammen als sporenbildende oder Kryptogamen gegenüber. Den Thallophyten und Muscineen zusammen als gefässlosen, Zellenpflanzen, stehen die Gefässkryptogamen und Phanerogamen als Gefässpflanzen gegenüber; den blattlosen Thallophyten endlich die drei anderen als Cormophyten d. h. in Stamm und Blatt gegliedert.

Die oben aufgeführten Classen sind von sehr ungleichem Umfang; während einzelne (wie z. B. die Equisetinen) nur wenige, zum Theil einander sehr nahe verwandte Formen enthalten, finden sich in anderen (z. B. bei den Dicotyledonen, den Pilzen) eine ungeheure Anzahl, viele Tausende verschiedener Formen; diese Ungleichheit liegt im Wesen des natürlichen Systems begründet; denn einerseits ist es ja nicht nothwendig, dass innerhalb eines durch eine Classe repräsentirten Bildungstypus sich eine grosse Mannigfaltigkeit entfalte; andererseits darf man mit Grund annehmen, dass die jetzt lebenden wenigen Repräsentanten mancher Classen (so besonders z. B. der Lycopodinen) nur spärliche Ueberreste zum Theil untergegangener mannigfaltiger und massenhaft entwickelter Abtheilungen sind.

Diejenigen Classen, welche eine hinreichende Zahl von Formen enthalten, werden noch in Unterabtheilungen eingetheilt, nämlich in Reihen (series), diese in Zünfte (tribus), diese in Ordnungen (ordines), diese in Familien (familiae), und je nach Bedürfniss diese Abtheilungen wieder in Unterordnungen (subordines) etc. Doch herrscht in der Anwendung dieser Namen auf die verschiedenen Unterabtheilungen grosse Willkür. Die beiden engsten systematischen Begriffe, die Gattung (genus) und die Art (species), dienen zugleich zur Bezeichnung des Namens jeder einzelnen Pflanze. Zu einer Art rechnet man alle diejenigen Individuen, welche unter einander so über-

einstimmen, als ob sie die unmittelbaren Nachkommen eines Individuums wären. Es können allerdings (aber doch verhältnissmässig nur selten) bei der Fortpflanzung unerwartet neue Eigenschaften auftreten; die mit diesen neuen Eigenschaften ausgestatteten Individuen werden dann bei der Eintheilung und Namengebung als Varietäten der Art untergeordnet. Mehrere Arten, welche untereinander so auffallend übereinstimmen, das sie schon durch ihre Gesamterscheinung sich als nahe verwandt darstellen, werden zu einer Gattung zusammengefasst. Die Umgrenzung der Gattungen ist dem entsprechend keine feste, sondern nach der Auffassung des Einzelnen veränderlich. Innerhalb grösserer Gattungen werden die Arten wieder zu Untergattungen (subgenera) oder Gattungssectionen gruppiert.

Der wissenschaftliche Name jeder Pflanze besteht nach der durch Linné eingeführten Namengebung aus zwei Worten, deren erstes die Gattung, deren zweites die Art bezeichnet; so sind z. B. der gemeine Wegerich *Plantago maior* und der Spitzwegerich *Plantago lanceolata* zwei Arten der Gattung *Plantago*. Da oft dieselben Pflanzen, zumal in früheren Zeiten, von verschiedenen Botanikern mit verschiedenen Namen und andererseits verschiedene Pflanzen mit dem gleichen Namen belegt worden sind, so ist es, um Verwechslung zu vermeiden, in wissenschaftlichen Werken nöthig, dem Namen der Pflanze noch den Namen desjenigen Botanikers, des Autors, und zwar die häufigeren in Abkürzung beizusetzen, der ihr diesen Namen gegeben hat. So bedeutet z. B. *Plantago lanceolata* L., dass Linné der Pflanze diesen Namen gegeben hat und zugleich, dass wirklich die von Linné beschriebene Pflanze gemeint ist. Oder z. B. die Rothtanne, Fichte, heisst *Abies excelsa* DC. (De Candolle), während dieselbe Pflanze von Linné in die Gattung *Pinus* mit dem Namen *Pinus Abies* L. gestellt worden war; diese beiden Namen sind also gleichbedeutend, synonym; hingegen *Pinus Abies* Duroi ist eine andere Pflanze, die Edel- oder Weisstanne.

In welcher Weise jeder Pflanze ihr Platz im natürlichen System angewiesen ist, zeigen folgende Beispiele von *Plantago maior* und vom Fliegenschwamm *Agaricus muscarius*.

1.

Gruppe: Phanerogamen.

Abtheilung: Angiospermen.

Classe: Dicotyledoneae.

Reihe: Tetracyclae.

Unterreihe: Gamopetalae.

Zunft: Isocarpeae.

Ordnung: Primulinae.

Familie: Plantagineae.

Gattung: *Plantago*.Art: *maior*.

2. Gruppe: Thallophyten.

Classe: Pilze.

Ordnung: Basidiomycetes.

Zunft: Hymenomycetes.

Familie: Agaricinae.

Gattung: Agaricus.

Untergattung: Amanita.

Art: muscarius.

Erste Gruppe.

Die Thallophyten.

Die Gruppe der Thallophyten wird von den niedrigsten Pflanzen gebildet, welche noch keine Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel erfahren haben, zum Theil selbst zeitlebens nur aus einer einzigen Zelle bestehen, d. h. einzellig sind. Die Eintheilung in die zwei Classen der Algen und Pilze ist eine vorläufige und künstliche, auf das Merkmal des Chlorophyllbesitzes oder — Mangels gegründete.

Classe I.

Die Algen (Algae).

Die Algen sind Gewächse der einfachsten Art, welche in Form von grünen, blaugrünen oder bräunlichen Fäden oder Gewebekörpern unsere Gewässer bewohnen oder an feuchten Orten, wie Felsen, Mauern, Baumrinden Ueberzüge von ähnlicher Farbe bilden. Im Meere finden sich, oft in grosser Massenentwicklung, solche von schön rother oder bräunlicher Farbe, welche theils durch ihre riesige Gestalt, theils durch die zierliche Form der Verzweigung die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich ziehen. Während einige einzellig sind, d. h. ihren ganzen Lebenslauf in einer einzigen Zelle vollbringen, welche durch Theilung neue Individuen erzeugt, bilden andere theils lange Zellreihen, Fäden, theils umfangreiche Gewebekörper oder Zellflächen.

Sehr häufig ist in der Classe die Fortpflanzung durch Schwärmsporen (s. Fig. 46 und 56), nämlich hautlose Protoplasmakörper, welche theils durch Theilung, theils durch Verjüngung einer Zelle entstehen und mittels besonderer zarter Fortsätze, der Cilien, sich im Wasser bewegen, um nach einiger Zeit sich mit Membran zu umgeben und durch Theilung und Wachsthum zu neuen Individuen zu werden. Sexuelle Fortpflanzung ist für die niedrigsten Gruppen noch unbekannt, bei einigen findet sie sich in Form der Conjugation, bei anderen als wirkliche Befruchtung; die hiezu nöthigen Organe sind nach den einzelnen Gruppen sehr verschieden.

Die Fortpflanzung und der Generationswechsel sind noch mangelhaft bekannt. Während bei den meisten durch die Befruchtung nur eine Spore entsteht, bilden sich bei den Florideen und Coleochaetaceen Sporenfrüchte, d. h. zahlreiche Sporen, welche oft von besonderen Geweben eingeschlossen werden, und man kann diese Sporenfrüchte (so gut wie die Fruchtkörper der Pilze) als die zweite Generation (s. § 50) betrachten.

Der durchgreifendste Unterschied dieser Classe von der folgenden der Pilze liegt in dem Chlorophyllgehalt und der hiedurch bedingten Lebensweise; die Algen sind hiedurch befähigt, selbst zu assimiliren, während die Pilze auf die Existenz anderer Organismen angewiesen sind. Dieser Chlorophyllgehalt tritt bei den grünen Algen sofort hervor; aber auch die blaugrünen, olivengrünen, braunen und rothen Algen besitzen Chlorophyllfarbstoff, welcher nur durch die Anwesenheit anderer Farbstoffe in den Chlorophyllkörpern selbst verdeckt ist.

Da diese dem Chlorophyll beigemengten Farbstoffe gewöhnlich constant sind für Gruppen, die auch in den Fortpflanzungsverhältnissen übereinstimmen, so lassen sich die Algen folgendermaassen classificiren:

I. Blaugrüne Algen; Fortpflanzung unbekannt.

1. Ordnung: Phycchromaceen.

II. Grüne Algen, deren Chlorophyll meistens frei von anderen Farbstoffen ist.

A. Sexuelle Fortpflanzung unbekannt.

2. Ordnung: Palmellaceen.

B. Fortpflanzung durch Conjugation.

3. Ordnung: Conjugaten; Conjugation der ganzen Zellinhalte; keine Schwärmsporen.

4. Ordnung: Zoosporeen; Conjugation der Schwärmsporen.

C. Fortpflanzung durch Antheridien und Oogonien.

5. Ordnung: Siphoneen. Thallus einzellig, schlauchförmig; Oospore ohne besondere Hülle; aus ihr entwickelt sich nur eine Pflanze.

6. Ordnung: Oedogonieen. Thallus aus Zellreihen gebildet; Oospore ohne besondere Hülle; aus ihr entwickeln sich mehrere Pflanzen.

7. Ordnung: Coleochaetaceen. Thallus aus Zellreihen gebildet; Oospore mit besonderer zelliger Hülle; aus ihr entwickeln sich mehrere Pflanzen.

8. Ordnung: Characeen. Thallus mit begrenzten Seitenzweigen (Blättern). Oospore mit Hülle, die schon vor der Befruchtung vorhanden ist; aus der Oospore nur eine Pflanze.

III. Rothe Algen.

9. Ordnung: Florideen. Die Befruchtung findet statt an einer Zelle der Hülle, der Trichogyne; es entwickelt sich in Folge davon eine Frucht, die aus zahlreichen Sporen besteht.

IV. Braune Algen.

10. Ordnung: Melanophyceen. Befruchtung, wo bekannt, mit Oogonien und Antheridien; aus der Oospore nur eine Pflanze.

1. Die Phycchromaceen oder blaugrünen Algen. Die sexuelle Fortpflanzung ist unbekannt; Schwärmsporenbildung findet nicht statt; die Vermehrung geschieht ausschliesslich durch Zelltheilung, bei einigen zeitweise in verschiedenen Richtungen. Mehrere Gattungen sind einzellig, wie z. B. *Gloeocapsa* (Fig. 51), *Chroococcus* u. a.; die einzelnen Individuen bleiben bisweilen von den gallertig aufgequollenen Membranen umhüllt, zu Colonien oder Familien vereinigt, welche schwärzliche oder dunkelblaugrüne Ueberzüge an Felsen, auf Moospflanzen bilden. Andere erscheinen als vielzellige Fäden, so *Nostoc* (Fig. 52 A), welcher in gallertigen bräunlich grünen Massen nach Regenwetter sich auf Wegen, sandigen Plätzen oft in grosser Menge bemerkbar macht; in trockenem Zustande bildet er unscheinbare schwärzliche Klumpen. Die *Oscillarien* (Fig. 52 B),

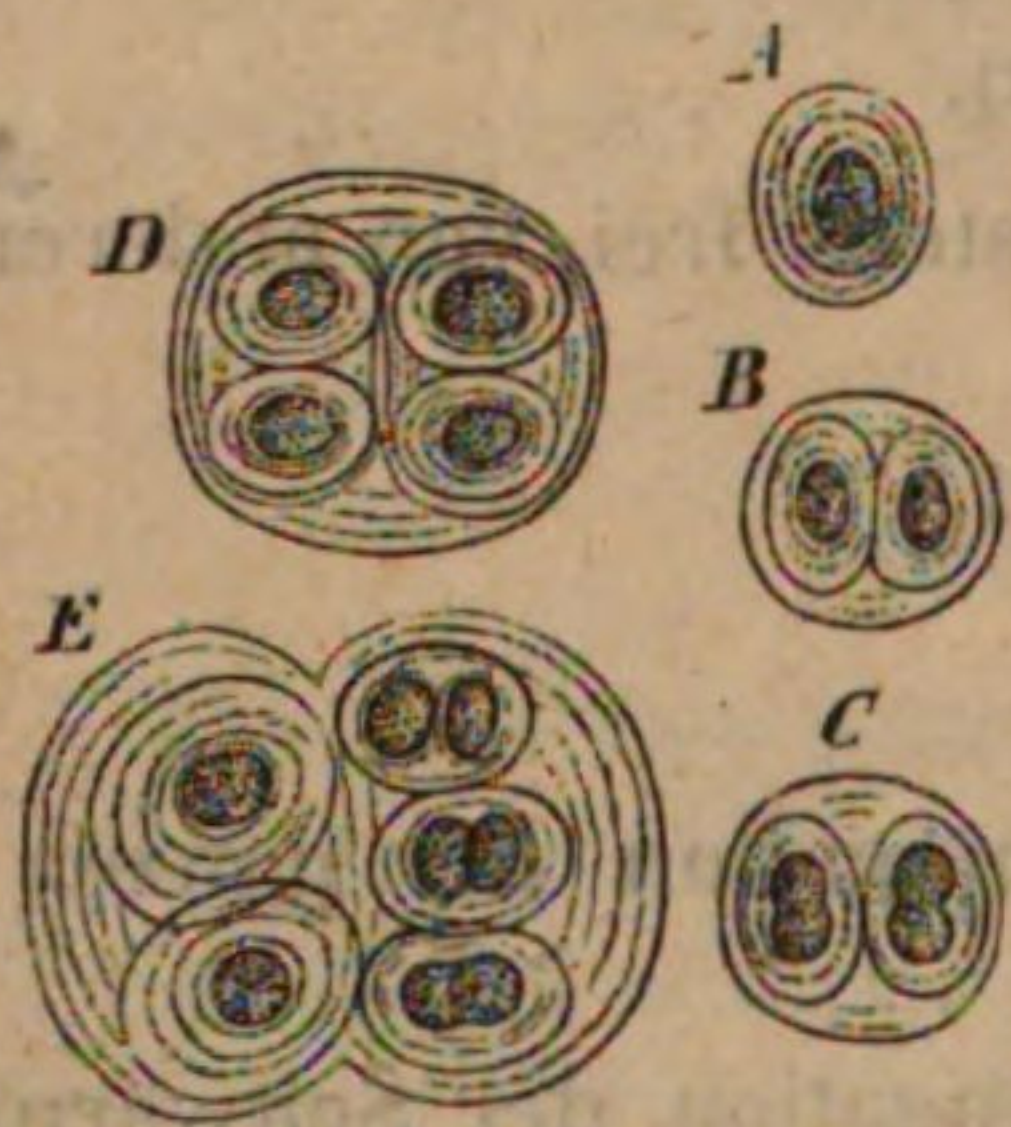


Fig. 51. *Gloeocapsa* (300) in verschiedenen Alterszuständen; durch wiederholte Theilungen wird A zu B, C, D, E (nach Sachs).



Fig. 52. A Ein Faden von *Nostoc*; B Ende eines Fadens von *Oscillaria* (300),

deren Fäden eigenthümliche kreisende Bewegungen ausführen, finden sich häufig als schwimmende blaugrüne oder braungrüne Rasen, die einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten, in stehenden Gewässern. Die *Rivularien* bilden polsterartige in Gallerte eingehüllte Rasen, in welchen die Fäden radienartig angeordnet sind, auf untergetauchten Steinen und Wasserpflanzen.

2. Die *Palmellaceen* sind einzellig und haben abgesehen von der Farbe die grösste Aehnlichkeit mit den einzelligen *Phycchromaceen* wie *Gloeocapsa* u. dgl., mit denen sie auch den Mangel der Schwärmsporen oder anderer Fortpflanzungsorgane theilen. Eine der verbreitetsten Formen ist *Pleurococcus vulgaris*, der sich regelmässig in den grünen Ueberzügen am Fuss der Bäume vorfindet.

3. Die *Conjugaten* sind durch die Conjugation ausgezeichnet, welche zwischen den ganzen Protoplasmakörpern der Zellen zum

Zweck der Fortpflanzung stattfindet; Schwärmsporen werden nicht gebildet. Sie zerfallen in drei Familien:

a) die *Zygnemaceen* bilden lange Fäden, welche sich in grossen schwimmenden Rasen in vielen Gewässern, besonders Bassins, Quellen, vorfinden und durch die schön grüne oder gelbliche Färbung, sowie die Zartheit der Fäden schon äusserlich zu erkennen geben. Die Chlorophyllkörper haben eigenthümliche Formen von Spiralbändern (*Spirogyra* Fig. 48), Sternen (*Zygnema* Fig. 53 A), Platten (*Mougeotia*).

b) Die *Desmidiaceen* enthalten einzellige, oft äusserst zierliche Formen, wie *Closterium* (Fig. 53 B), *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Euastrum* (Fig. 53 C) u. a.

c) Die *Diatomeen*, deren Chlorophyllkörper ledergelb erscheint. Die Individuen sind einzellig; die Membranen sind sehr stark mit Kieselsäure incrustirt und besitzen äusserst feine und zierliche Verdickungen. Die Membran jeder Zelle besteht aus zwei Schalen, welche wie der Deckel einer Schachtel übereinandergreifen (Fig. 54 a). Die Theilung erfolgt der Länge nach zwischen den beiden Schalen und die neu hinzuwachsenden Schalen der Tochterzellen werden am Rande von den Schalen der Mutterzelle umfasst; es werden daher die Individuen bei fortgesetzter Theilung immer kleiner. Sind so Individuen einer bestimmten Kleinheit entstanden, so tritt die *Auxosporen*bildung ein, nämlich Bildung sehr grosser Zellen, bald durch blosses Wachsthum, bald durch Copulation und Wachsthum. — Bei einigen Gattungen, wie z. B. *Navicula*, *Pinnularia* (Fig. 54) leben die Individuen einzeln; dieselben sind mit einer eigenthümlichen, gleichsam kriechenden Ortsbewegung begabt. Bei anderen z. B. *Melosira* sind sie zu langen Fäden aneinandergereiht. Sie finden sich sehr häufig und zahlreich in allen Gewässern, sowohl in süssen, als im Meere, bisweilen auch in feuchter Erde zwischen Moosen. Die verkieselten Zellmembranen sind auch aus früheren Erdperioden erhalten geblieben

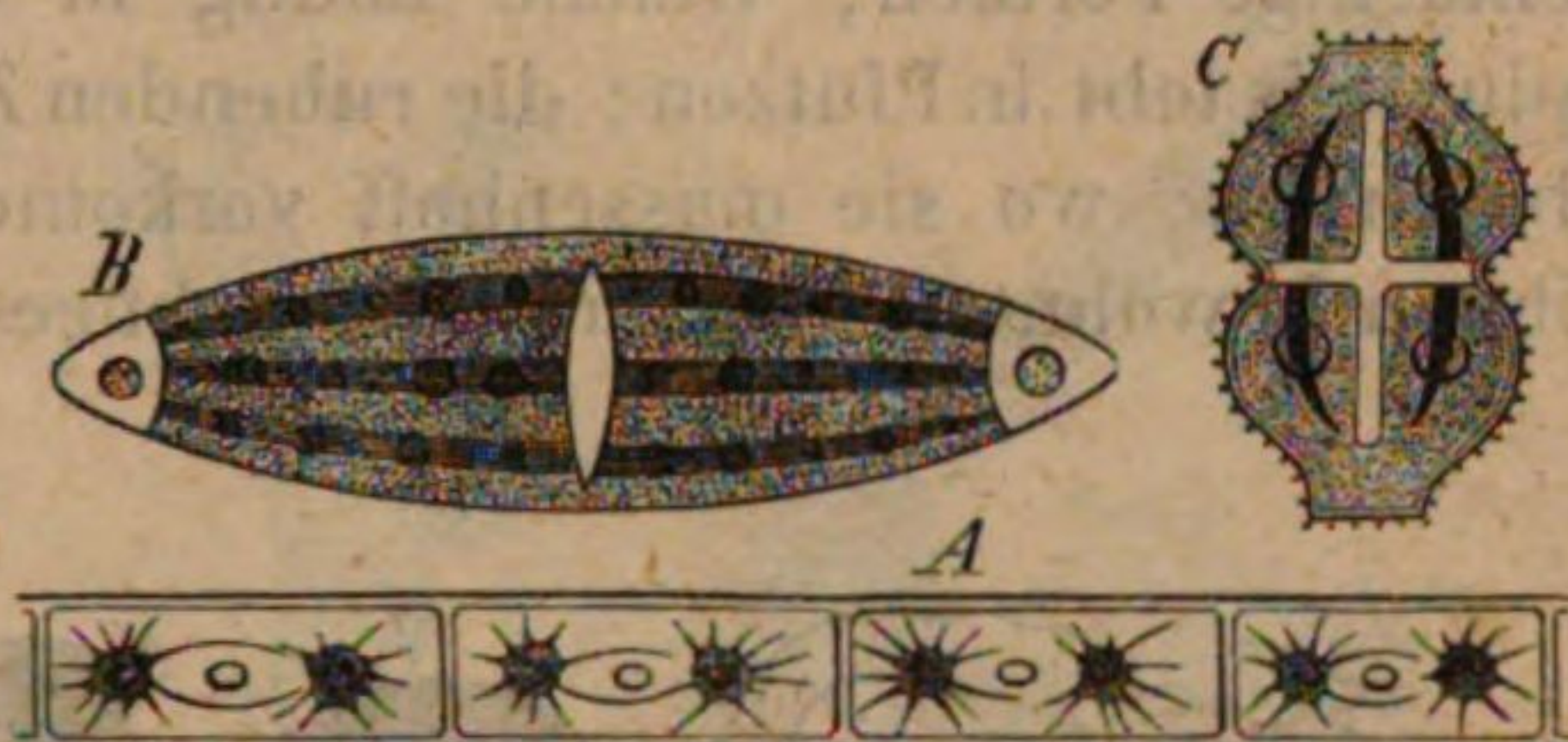


Fig. 53. A Stück eines Fadens von *Zygnema*; in jeder Zelle zwei sternförmige Chlorophyllkörper, verbunden durch eine farblose Protoplasmabrücke, in welcher der Zellkern liegt. B *Closterium*, C *Euastrum*, zwei *Desmidiaceen* mit Chlorophyllplatten (300).

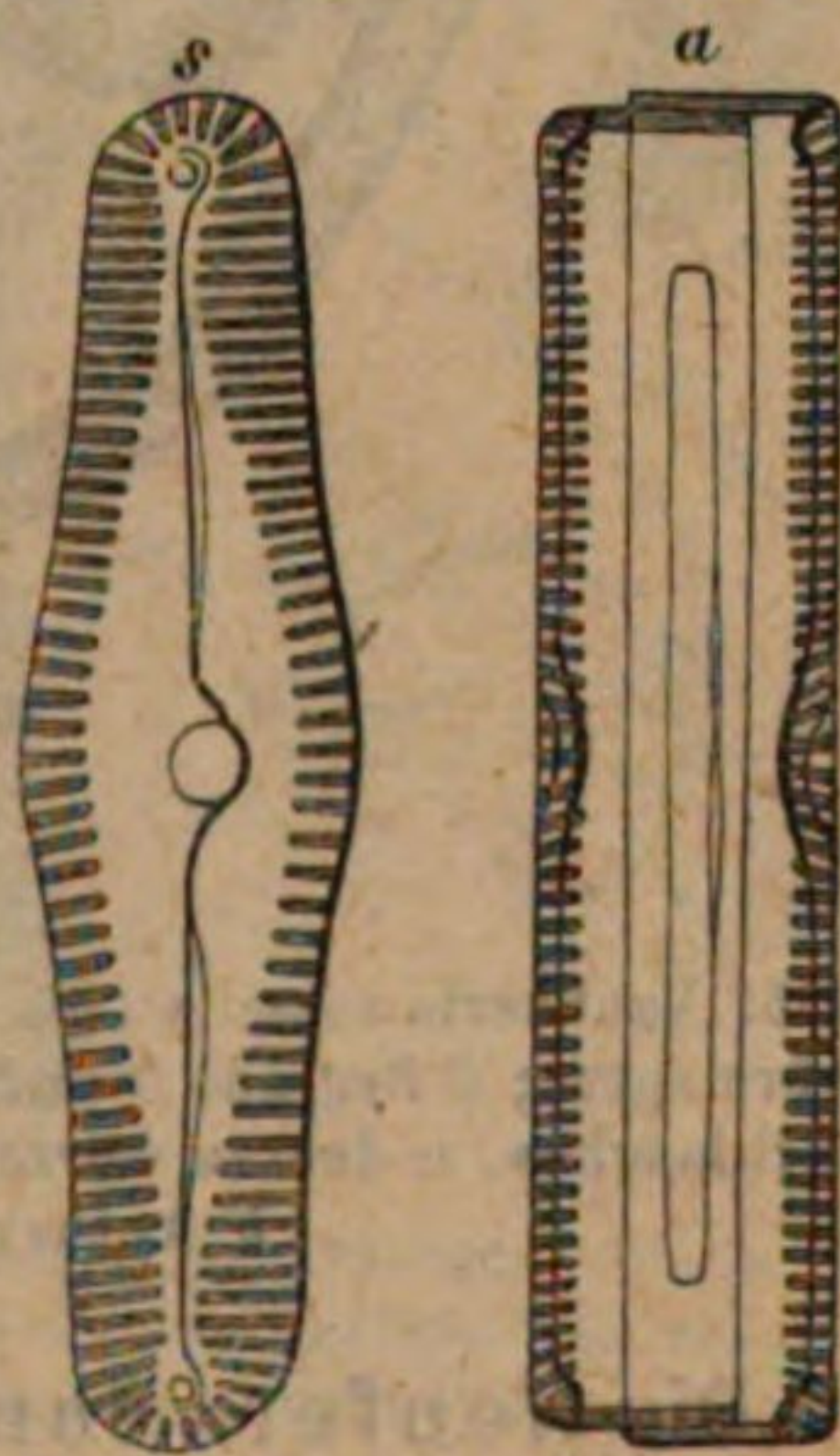


Fig. 54. *Pinnularia*, eine Diatomee (vergr. und schematisirt), a von der Gürtelseite; die beiden übereinandergreifenden Schalen sind sichtbar; s von der Schallenseite, d. h. von der Fläche der einen Schale.

und finden sich, Kieselguhr oder Infusorienerde genannt, stellenweise in grossen Massen.

4. Die Zoosporeen pflanzen sich durch Schwärmsporen fort, welche, wie das wenigstens für eine Anzahl von Formen bekannt ist, sich conjugiren und so zu ruhenden Sporen werden.

Die Familien der Hydrodictyeen und Volvocineen enthalten einzellige Formen, welche häufig in Colonien leben. *Chlamydococcus pluvialis* lebt in Pfützen; die ruhenden Zellen sind purpurroth gefärbt und bewirken, wo sie massenhaft vorkommen, eine rothe Färbung des von ihnen bewohnten Wassers oder Schnees.

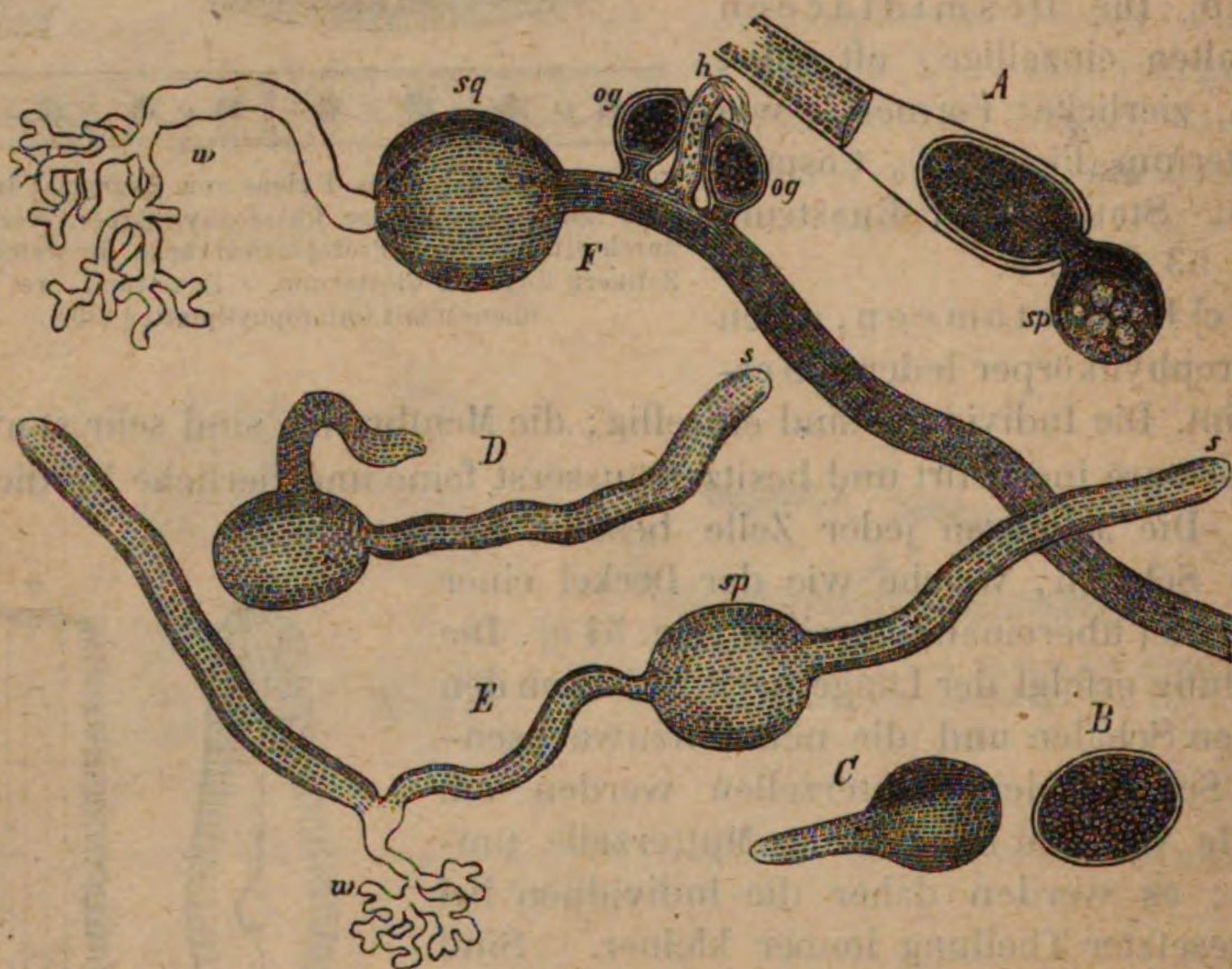


Fig. 55. *Vaucheria sessilis* (30). *A* eine austretende Schwärmspore (*sp*); *B* eine zur Ruhe gekommene Schwärmspore; *C* Beginn, *D* und *E* weitere Stadien der Keimung; *sp* die Spore, *s* der Scheitel des grünen Schlauches, *w* dessen wurzelartiger farbloser Theil, *F* Schlauch mit Sexualorganen; *og* Oogonium, *h* Antheridium, kurz nach der Befruchtung (nach *Sachs*).

Die Conferveen sind Fadenalgen, welche in Gewässern, besonders an deren Rändern sehr verbreitet sind; die Schwärmsporen werden in den einzelnen Zellen in grosser Zahl oder nur je eine gebildet. *Cladophora* hat vielfach verzweigte, rauh anzufühlende Fäden; *Ulothrix* mit einfachen Fäden; *Chroolepus* von orangerother Färbung wächst an feuchten Felsen u. dgl. in sammetartigen Rasen.

Bei den Ulvaceen sind die polyedrischen Zellen zu Flächen vereinigt, bei *Ulva Lactuca*, die im Meere vorkommt, zu einer grossen einfachen oder verzweigten Fläche, bei *Enteromorpha* zur Wandung eines hohlen Schlauches.

5. Die Siphoneen sind einzellig, aber die Zellen sind grosse, verzweigte Schläuche. Die Arten von *Vaucheria* (Fig. 55) finden sich bei uns sehr häufig an Quellen, in Brunnen, auf feuchter Erde als kräftige, sattgrüne Rasen. Schwärmsporen werden in eigenen an der Spitze der Schläuche sich abgrenzenden Zellen gebildet (Fig. 55 *A sp*); die sexuelle Fortpflanzung wird vermittelt durch Antheridien, nämlich meist hakenförmig gekrümmte seitlich hervorwachsende Zellen (Fig. 55 *F h*), welche in sich die Spermatozoiden bilden und entlassen, und Oogonien, dicht neben ersteren stehende kugelige Zellen, in denen durch Verjüngung die Eizelle entsteht (Fig. 55 *F og*); diese umgibt sich in Folge der Befruchtung mit einer eigenen Membran und heisst dann Oospore. Im Meere leben grössere Repräsentanten, wie z. B. *Caulerpa*, deren einzige, vielfach verzweigte Zelle mehrere Zoll bis Fuss lang wird.

6. Die Oedogonien finden sich als grüne Rasen in Brunnen und anderen Gewässern; diese Rasen werden von fadenförmigen Zellreihen gebildet, deren einzelne Zellen bald Schwärmsporen bilden, bald zu Oogonien werden, indem ihr Inhalt durch Verjüngung sich zur Eizelle gestaltet (Fig. 56 *B*). Die Spermatozoiden, welche den Schwärmsporen ähnlich, nur kleiner sind, werden bei einigen Arten nach wiederholter Theilung in den Gliederzellen selbst gebildet (Fig. 56 *D*); bei anderen

aber erzeugen solche Gliederzellen besondere Schwärmsporen, welche dem Oogonium aussen sich ansetzen, ein aus wenigen Zellen bestehendes

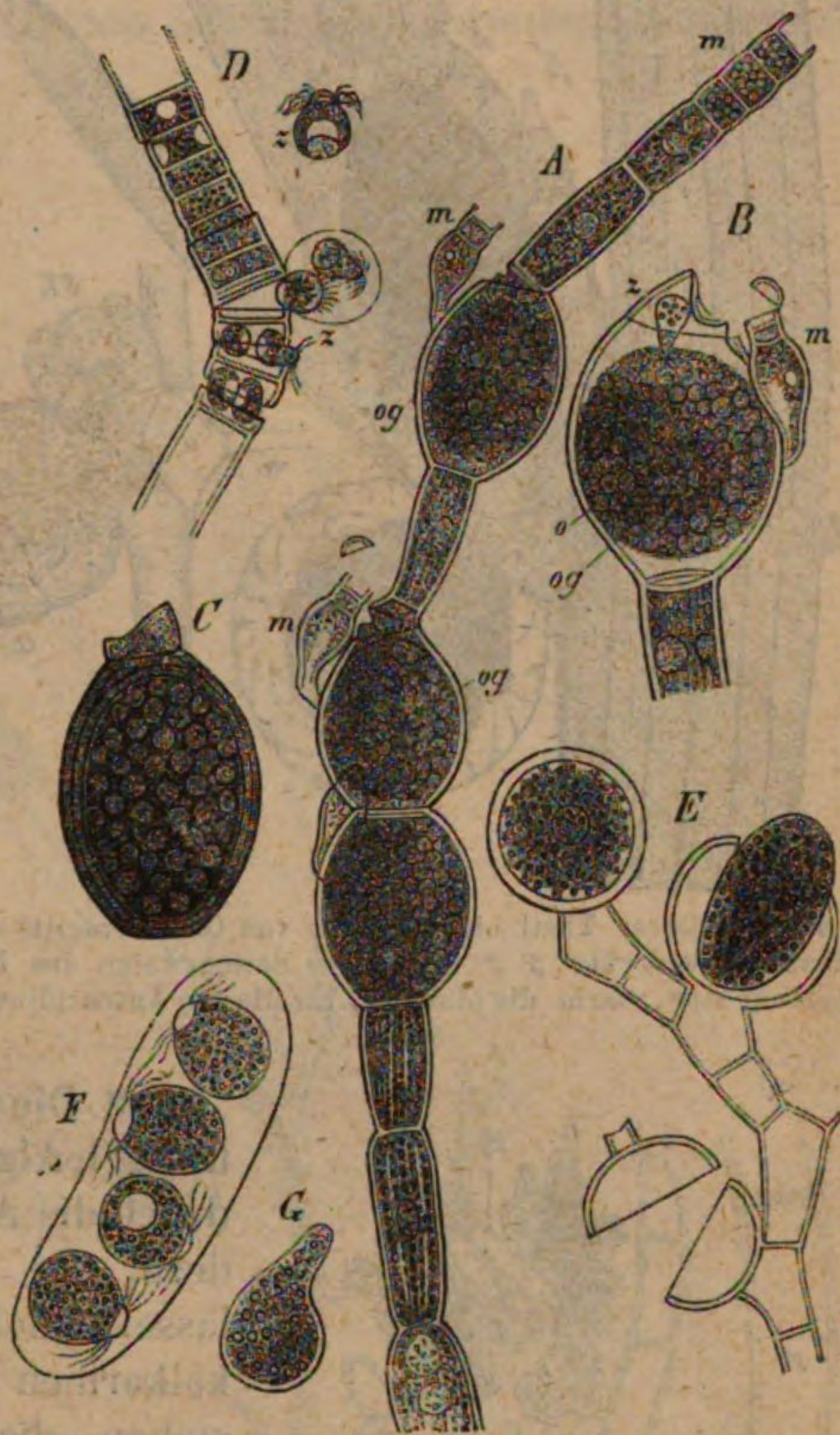


Fig. 56. *A* Oedogonium ciliatum (250); *og* befruchtete Oogonien; *m* die Zwergmännchen, welche ihre Spermatozoiden schon entlassen haben; sie sind erwachsen aus Schwärmsporen, die in den Zellen *m* am oberen Ende der Figur gebildet werden; *B* ein Oogonium derselben Pflanze im Augenblicke der Befruchtung; *og* Oogonium, *o* Eizelle, *m* Zwergmännchen, *z* Spermatozoid. *C* reife Oospore derselben Pflanze. *D* Oedogonium gemeliparum; die Spermatozoiden *z* treten aus ihren Mutterzellen aus (nach Sachs).

sog. Zwergmännchen bilden (Fig. 56 A m); und erst dieses entlässt die Spermatozoiden.

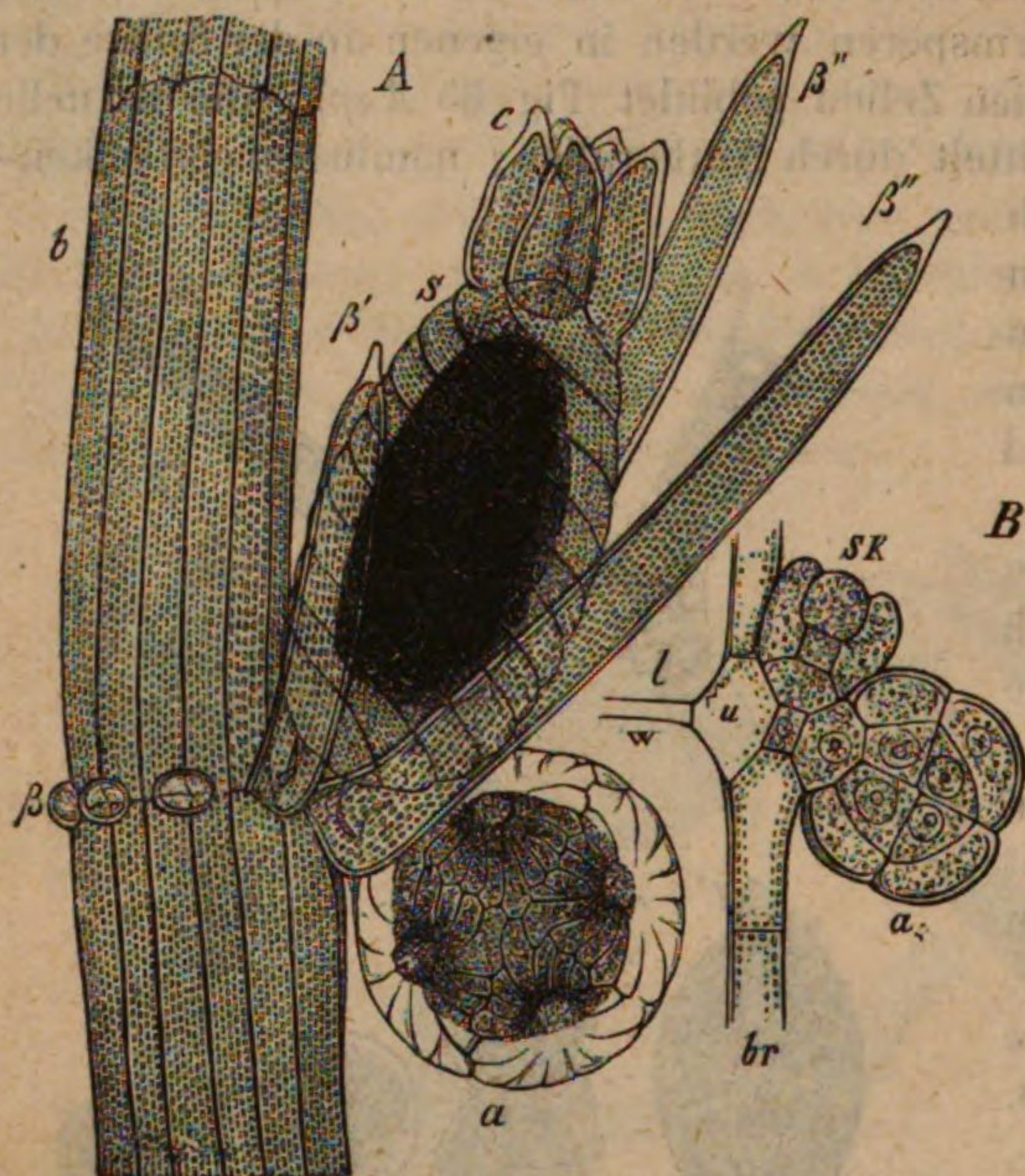


Fig. 57. Mittlerer Theil eines Blattes von *Chara fragilis* (b), mit Rindenzellen bedeckt; β' β'' rindenlose Seitenzweige des Blattes; s Sporenknope, darin die (dunkle) Eizelle; a Antheridium (nach Sachs).

7. Die Coleochaetaceen bilden halbkugelige oder scheibenförmige Polster von schöngrüner Färbung auf untergetauchten Steinen und Wasserpflanzen. Durch die Befruchtung wird in den Oogonien, welche sich mit einer besonderen Hülle von Zellen umgeben, eine Oospore erzeugt, welche sich aber vor der Reife in einen Zellkörper, eine Frucht umbildet; bei der Keimung entlassen die einzelnen Zellen dieser Frucht zunächst Schwärmsporen, welche erst zur eigentlichen Pflanze auswachsen.

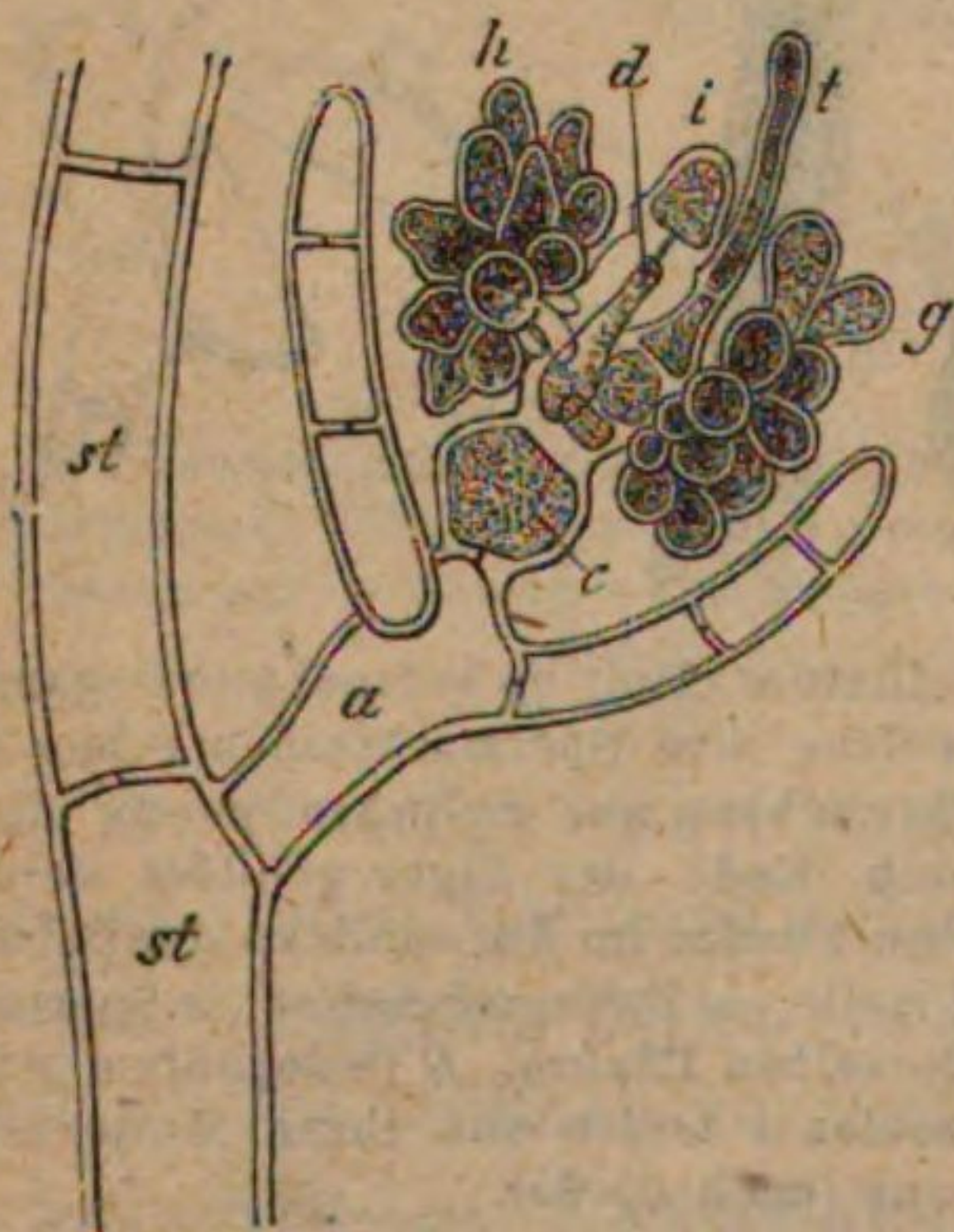


Fig. 58. *Herpotheramnium hermaphroditum*, ein Ast nach der Befruchtung (300), t die Trichogyne; g und h die Cystocarpi (nach Sachs).

8. Die Characeen weichen von den übrigen Algen ziemlich weit ab, besonders durch die Ausbildung von seitlichen Gliedern, die sich als Blätter betrachten lassen. Bei der Gattung *Nitella*, die in kalkarmen Gewässern vorkommt, bestehen die Internodien des Stengels aus je einer langen schlauchförmigen Zelle, welche einen dichten Wandbeleg von Chlorophyllkörnern besitzt; die Blätter bilden an den Knoten Quirle und bestehen aus je einer bisweilen verzweigten Reihe ähnlich gestalteter langer Zellen. Bei der anderen Gattung *Chara* (Fig. 57), deren zahlreiche Arten in vielen Gewässern vorkommen und sich

durch einen unangenehmen Geruch bemerkbar machen, sind Stengel und Blätter noch von kleineren Rindenzellen bedeckt. — In allen

langen Zellen ist eine lebhafte Rotation des Protoplasma wahrzunehmen.

Das weibliche Organ ist ein eiförmiger Körper (Fig. 57 S), dessen äussere Partie von schraubig gedrehten Zellen gebildet wird, welche die Eizelle umschliessen. Diese wird durch die Befruchtung zur Oospore, welche stets in der Hülle eingeschlossen bleibt. Die Antheridien (Fig. 57 a) machen sich als rothe Kügelchen bemerklich; innerhalb dieser werden in reihenweise angeordneten Zellen die schraubig gewundenen Spermatozoiden erzeugt.



Fig. 59. *Fucus vesiculosus* etwa $\frac{1}{2}$ nat. Gr. b Luftblasen; f fruchtbarer Ast.

9. Die Florideen oder rothen Algen sind von schön rother oder violetter Farbe und bewohnen die Meere; nur wenige Formen, wie *Batrachospermum moniliforme* von violett bräunlicher Farbe, finden sich in unseren süssen Gewässern. Sehr viele Repräsentanten zeichnen sich durch äusserst zierliche Verzweigung aus. Die Fortpflanzung ist von eigenthümlicher Art. Die Befruchtung wird durch nur passiv bewegliche, der Cilien entbehrende Spermatozoiden bewirkt, welche sich an eine vor-

ragende Zelle des weiblichen Organs, die *Trichogyne* (Fig. 58 *t*) ansetzen; in Folge dessen entstehen aus den die Basis der *Trichogyne* umgebenden (oder selbst noch weiter entfernten) Zellen die *Cystocarpien* (Fig. 58 *g, h*), nämlich Sporenhaufen oder Behälter, in denen die Sporen gebildet werden. Die ungeschlechtlichen Vermehrungsorgane, die *Tetrasporen* besitzen ebenfalls keine Cilien und werden nur passiv vom Wasser fortbewegt.

Callithamnion corymbosum, *Ceramium rubrum*, *Chondrus crispus*, *Plocamium coccineum*, *Delesseria*, *Hypoglossum*, *Corallina rubens* sind einige häufige Repräsentanten in den europäischen Meeren.

10. Die *Melanophyceen* oder braunen Algen, deren Chlorophyllkörper olivengrün oder bräunlichgrün erscheinen, bewohnen das Meerwasser in meist sehr stattlichen Formen. Der Thallus ist häufig dichotomisch verzweigt und baut sich bisweilen aus einem Geflecht fadenförmiger Zellreihen auf, die mit ihren gallertigen Wänden eng zusammenschliessen. Einige besitzen grosse mit Luft erfüllte Höhlungen (Fig. 59 *b*), wodurch sie schwimmend erhalten werden. Die Befruchtung geschieht bei den genauer bekannten *Fucoideen* durch Oogonien und Antheridien, welche in Vertiefungen der Oberfläche, meist an der Spitze einzelner Zweige (Fig. 59 *f*) sitzen. Bemerkenswerth ist die Eigenthümlichkeit, dass die Eizelle nach aussen entleert und dort von den Spermatozoiden befruchtet wird.

Fucus nodosus, *vesiculosus*, *Cystosira corniculata*, *Ectocarpus litoralis*, *Macrocystis*, *Laminaria*, *Sphacelaria* sind Repräsentanten der wichtigsten Familien.

Classe II.

Die Pilze (Fungi).

Diese Classe enthält, wie die vorige, sowohl sehr einfach gebaute Organismen, als auch solche von höherer Ausbildung, welche aber alle durch den Mangel des Chlorophylls und die hiedurch bedingte Lebensweise ausgezeichnet sind. Sie sind sämmtlich darauf angewiesen, ihre Nahrung, speciell den Kohlenstoff, in Form von organischen Verbindungen aufzunehmen; die einen, die *Schmarotzer* oder *Parasiten*, entziehen dieselbe lebenden Organismen, Pflanzen oder Thieren, so z. B. die Rost- und Brandpilze; andere aber, *Fäulnissbewohner* oder *Saprophyten* genannt, leben von den todtten Resten anderer Organismen und von den daraus isolirten organischen Verbindungen; solche todtte Reste und organische Verbindungen sind enthalten z. B. in den trockenen Baumrinden, dem Humusboden der Wälder, Wiesen, welche zahlreiche, oft sehr stattliche Pilze ernähren, sowie in Fruchtsäften, zuckerhaltigen

Flüssigkeiten, welche von Schimmelpilzen und Gährungspilzen bewohnt werden.

Gewöhnlich sind bei den Pilzen die Zellen zu langen Fäden (Hyphen genannt) aneinandergereiht, welche theils locker ordnungslos durcheinanderwachsen (z. B. bei den gewöhnlichen Schimmelpilzen), theils aber auch fester mit einander verbunden umfangreiche Körper von bestimmter äusserer Form und innerer Ordnung der einzelnen Fäden bilden (so die grossen Hutpilze); nur wenige Pilze bestehen aus einzelnen kleinen Zellen oder andererseits aus langen reich verzweigten schlauchförmigen Zellen, ähnlich wie die Siphoneen unter den Algen. Der Vegetationskörper der Pilze, welcher sich aus der Spore entwickelt, wird Mycelium genannt. An diesem Mycelium entstehen an gewissen Stellen die Fortpflanzungsorgane. Unter ungünstigen Verhältnissen kann das Mycelium lange Zeit fortvegetiren und üppige Ausdehnung gewinnen, ohne Fortpflanzungsorgane hervorzubringen; solche unfruchtbare Mycelien sind z. B. die weissen filzigen Ueberzüge in feuchten Kellern u. dgl. Schwärmsporen finden sich nur bei wenigen Pilzen, und zwar nur bei solchen, deren Thallus aus einer schlauchförmigen Zelle besteht. — Im Uebrigen sind die Sporen je nach ihrer Entstehungsweise von zweierlei Art: die einen werden durch freie Zellbildung in Innern grosser Zellen gebildet; hieher gehören unter anderen die Schlauchsporen (Ascosporen); die grossen Zellen, in welchen diese entstehen, heissen Schläuche (Asci); die anderen werden an der Spitze besonderer Zellen abgeschnürt; diese abschnürenden Zellen werden Basidien genannt und endigen gewöhnlich in ein die Spore tragendes schmales Spitzchen, das Sterigma. So entstehen z. B. die Basidiosporen der Hutpilze, die Sporen der Rostpilze und die sog. Conidien der Schimmelpilze.

Gewöhnlich sind die Schläuche, andererseits die Basidien zu besonderen Schichten, den Hymenien zusammengeordnet, in welchen sich ausser ihnen noch sterile Hyphen, die Paraphysen vorfinden. Sexualorgane sind bis jetzt nur bei verhältnissmässig wenigen Pilzen bekannt und zwar nach den Gruppen von ziemlich verschiedener Form; bei einer Abtheilung findet Conjugation statt.

Fortpflanzungsorgane von höchst zweifelhafter Bedeutung sind die sog. Spermation, nämlich kleine stäbchenförmige Sporen, die in besonderen Behältern, den Spermogonien (Fig. 63 I sp) abgeschnürt werden und nur bei Rostpilzen und Ascomyceten vorkommen.

Man schrieb früher mit Unrecht den Pilzen eine besondere Art von Generationswechsel, den sogenannten Pleomorphismus zu, nämlich die Eigenthümlichkeit, dass ein und derselbe Pilz sich auf die verschiedenste Art fortpflanzen und entsprechend unter den verschiedensten Formen vorkommen soll. Wenn nun auch der Generationswechsel in der Weise, wie wir ihn bei den höheren Kryptogamen, den Muscineen und Gefässkryptogamen finden (s. auch § 50), noch nicht für diese Classe vollständig bekannt ist, so kann man heute doch so viel aussprechen, dass den höheren Pilzen ein ähnlicher Generationswechsel wie den Moosen zukommt:

das Mycelium trägt Sexualorgane und in Folge der Befruchtung entsteht ein Fruchtkörper, in welchem auf ungeschlechtlichem Wege Sporen gebildet werden; ausserdem trägt das Mycelium noch vegetative Vermehrungsorgane, welche in vielen Fällen Conidien genannt werden. Bei den niederen Pilzen dagegen entsteht aus der Befruchtung nur eine Spore, aus welcher sich zunächst vegetative Vermehrungsorgane (Schwärmosporen oder andere Sporen), und erst aus diesen wieder dem ursprünglichen gleiche Mycelien entwickeln.

Dem heutigen Stand der Kenntnisse entspricht etwa folgendes System der Pilze:

I. Fortpflanzung unbekannt, Vermehrung blos durch Zelltheilung:

1. Ordnung: Schizomyceten.

II. Fortpflanzung durch Conjugation.

2. Ordnung: Zygomyceten; Mycelium einzellig, schlauchförmig mit ungeschlechtlichen Sporen meist in Sporangien.

III. Fortpflanzung durch Antheridien und Oogonien; Oosporen einzellig.

3. Ordnung: Saprolegnieen; mehrere Eizellen im Oogonium; Mycelium einzellig, schlauchförmig; leben im Wasser; Schwärmosporen.

4. — Peronosporaeen; je eine Eizelle im Oogonium; Mycelium einzellig, schlauchförmig; Parasiten; Conidien.

IV. Fortpflanzung durch Sporen, die in noch zweifelhafter Weise in grosser Zahl am Mycelium gebildet werden:

5. Ordnung: Ustilagineen; Parasiten.

V. Fruchtkörper durch Befruchtung (bei einigen nachgewiesen, bei den anderen wahrscheinlich) entstanden.

6. Ordnung: Basidiomyceten; im Fruchtkörper Basidiosporen.

Abtheilung a. Uredineen; Sporen auf den Basidien reihenweise abgeschnürt; Parasiten; ausserdem meist noch Conidien.

Abtheilung b. Eigentliche Basidiomyceten; Sporen zugleich an mehreren Puncten der Basidien, aber nur je eine abgeschnürt; ausserdem keine Sporen.

7. Ordnung: Ascomyceten; im Fruchtkörper Ascosporen; ausserdem oft Conidien.

VI. Kein Mycelium; durch Vereinigung zahlreicher Primordialzellen kommt eine hautlose Protoplasmamasse zu Stande, die später zu Sporangien wird.

8. Ordnung. Myxomyceten.

1. Die Schizomyceten (z. B. Bacterium, Vibrio) sind winzig kleine Gebilde, die sich in faulenden Stoffen vorfinden, die aber zum Theil von höchst zweifelhafter Natur sind.

2. Unter den Zygomyceten sind die bekanntesten die Arten der Gattung *Mucor*, besonders *M. Mucedo*, *racemosus*, *stolonifer*, welche als Schimmelpilze auf Fruchtsäften, Brod, Mist etc. leben. Das aus der Spore sich entwickelnde Mycelium ist vielfach verzweigt, besteht aber aus einer einzigen schlauchförmigen Zelle (Fig. 60 *m*); es lebt gewöhnlich im Innern des Substrats und treibt nach vollendeter Entwicklung die Fruchträger an die Luft empor. Diese schwellen an ihrem obern Ende kugelig an und bilden so das Sporangium, welches durch eine gewölbte Querwand abgegrenzt wird (Fig. 60 *s*) und in seinem Innern zahlreiche Sporen bildet. Aus jeder Spore erwächst sofort nach dem Abfallen ein neues Mycelium, welches in derselben Weise wieder Fruchträger entwickelt. Unter besonderen Umständen bildet das Mycelium Zygosporen (Fig. 61 *z*), indem zwei Zweige einander entgegenwachsen und an ihren sich berührenden Enden je eine Zelle durch eine Wand abscheiden; durch Verschmelzung,

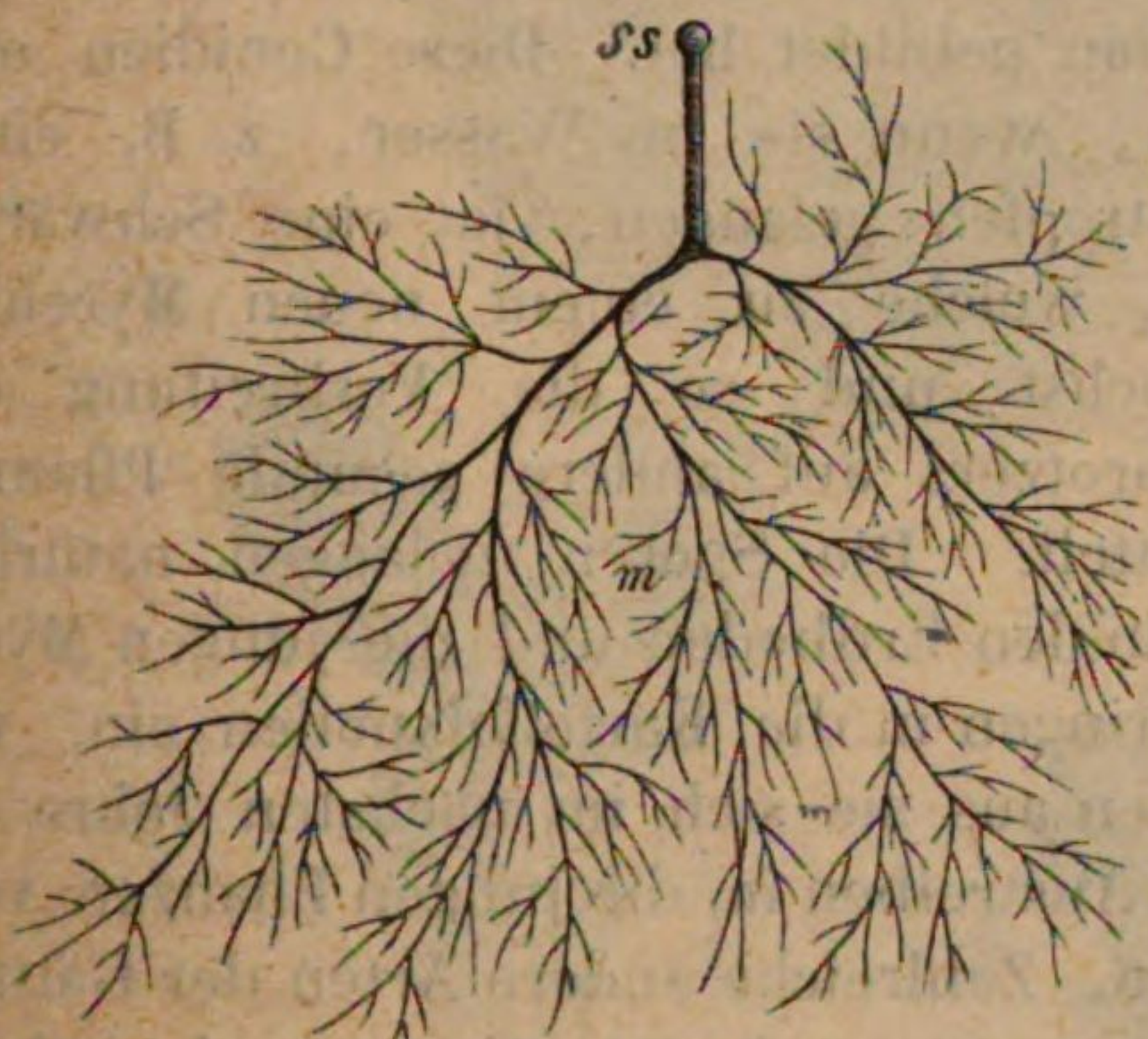


Fig. (61. Zygospor (z) von *Mucor*.

Fig. 60. *Mucor Mucedo*; *m* das aus einer Spore erwachsene Mycelium mit einem Sporangium *s*.

Conjugation dieser beiden entsteht dann die Zygospore. Diese verdickt ihre Membran sehr stark und keimt erst nach längerer Ruhe, wobei aus ihr ohne Mycelium unmittelbar ein Fruchträger hervorwächst, der dem aus dem Mycelium erwachsenen vollkommen gleich ist.

An die Zygomyceten schliessen sich die in ihrer Entwicklung noch nicht vollständig bekannten Gährungspilze an. Die Bierhefe *Saccharomyces cerevisiae* besteht aus verzweigten Zellreihen, deren einzelne eiförmige Zellen mit schmalen Enden aneinanderstossen und sich leicht von einander lostrennen. Bei der Fortpflanzung werden in einzelnen dieser Zellen je vier Sporen gebildet. Durch einen eigenthümlichen Vegetationsprocess verwandeln die Gährungspilze den in ihrem Substrat vorhandenen Zucker in Alkohol und Kohlensäure.

3. Die Saprolegnieen sind Wasserpilze, deren querwandloses Mycelium in strahligen Rasen auf Thierleichen oder Pflanzentheilen lebt, die sich im Wasser vorfinden. Ausser den Schwärmsporen, welche in

grosser Zahl an den Enden gewisser Fäden gebildet werden (Fig. 14), tragen sie auch kugelige Oogonien, welche mehrere Eizellen enthalten; die Antheridien wachsen in Form von Schläuchen durch Löcher in die Oogonien hinein, um die Eizellen zu befruchten. Die hiedurch zu Stande kommenden Oosporen keimen erst nach längerer Ruhe.

4. Die Peronosporeen schmarotzen in anderen Pflanzen; ihr ebenfalls querwandloses Mycelium durchzieht in den Intercellularräumen deren Gewebe und nimmt mittels besonderer als Saugorgane dienender Ausstülpungen aus den Zellen der Nährpflanze seine Nahrung auf. *Peronospora infestans* lebt in dieser Weise auf der Kartoffelpflanze und verursacht deren bekannte Krankheit. Zum Zweck der Vermehrung treibt das Mycelium durch die Spaltöffnungen der Nährpflanze Fruchträger heraus, welche einzelne Sporen, sog. Conidien (Fig. 62 c) abschnüren. Um diese Zeit wird das Gewebe der Nährpflanze vollständig zerstört und schwarze

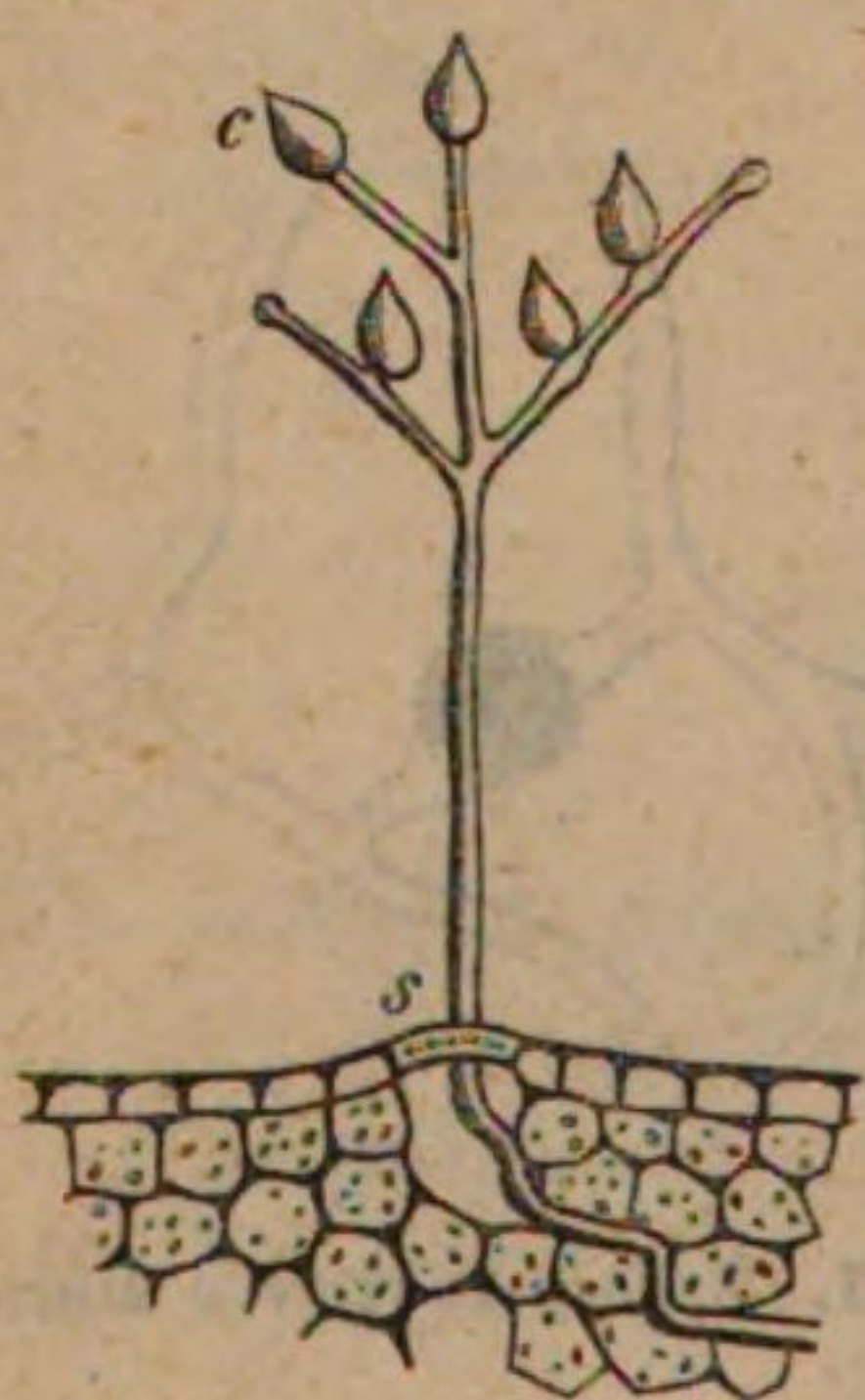


Fig. 62. Conidenträger von *Peronospora infestans*, aus einer Spaltöffnung (s) des Kartoffelblattes hervorstehend; c die Conidien (150).

Flecken bezeichnen die Stellen, wo der Pilz Conidien gebildet hat. Diese Conidien entlassen, wenn sie in Wasser, z. B. einen Regentropfen gelangen, je eine Schwärm-spore, welche zu einem neuen Mycelium auswächst und so die Verbreitung des Schmarotzers auf andere gesunde Pflanzen vermittelt. Die Sporen gelangen natürlich auch in den Erdboden und die jungen Mycelien dringen in die Kartoffelknollen ein, von welchen aus sie sich im nächsten Jahre bei deren Austreiben in die jungen Pflanzen verbreiten. Zahlreiche andere Arten der Gattung *Peronospora*, sowie von *Cystopus* bewohnen andere Pflanzen; bei einigen derselben (z. B. *P. Alsinearum*) kennt man auch die Oogonien, welche im Innern des Nährgewebes entstehen, je eine Eizelle enthalten und in ähnlicher Weise, wie bei den Saprolegnieen befruchtet werden.

5. Die Ustilagineen oder Brandpilze sind ebenfalls Schmarotzer; man kennt nur einerlei Sporen, welche haufenweise in den zerstörten Theilen, zumeist Fortpflanzungsorganen der Nährpflanze als meist schwärzliches Pulver auftreten. Der wichtigste Repräsentant ist *Tilletia caries*, der Pilz, welcher den sog. Stinkbrand des Weizens verursacht. Die von ihm befallenen Weizenkörner werden dick und gross, sind aber mit den schwarzen, übelriechenden Sporenmassen erfüllt, welche aus der geöffneten Fruchtschale verstäuben. Bei der Ernte oder später gelangen die Sporen auf andere Körner, mit welchen sie zugleich keimen; das Mycelium durchwuchert dann die ganze junge Pflanze und geräth bis in die jungen Aehren, wo es dann in den Körnern seine Sporen bildet.

Ustilago segetum, *U. Carbo*, *Urocystis occulta* u. a. bewohnen andere Getreidearten, Gräser und sonstige Pflanzen.

6. a. Die Uredineen oder Rostpilze sind weit verbreitete Schmarotzer, deren Mycelien in den Zellen zahlreicher Pflanzen leben. Auf dem Mycelium bilden sich (wie man mit Grund vermuthen darf in

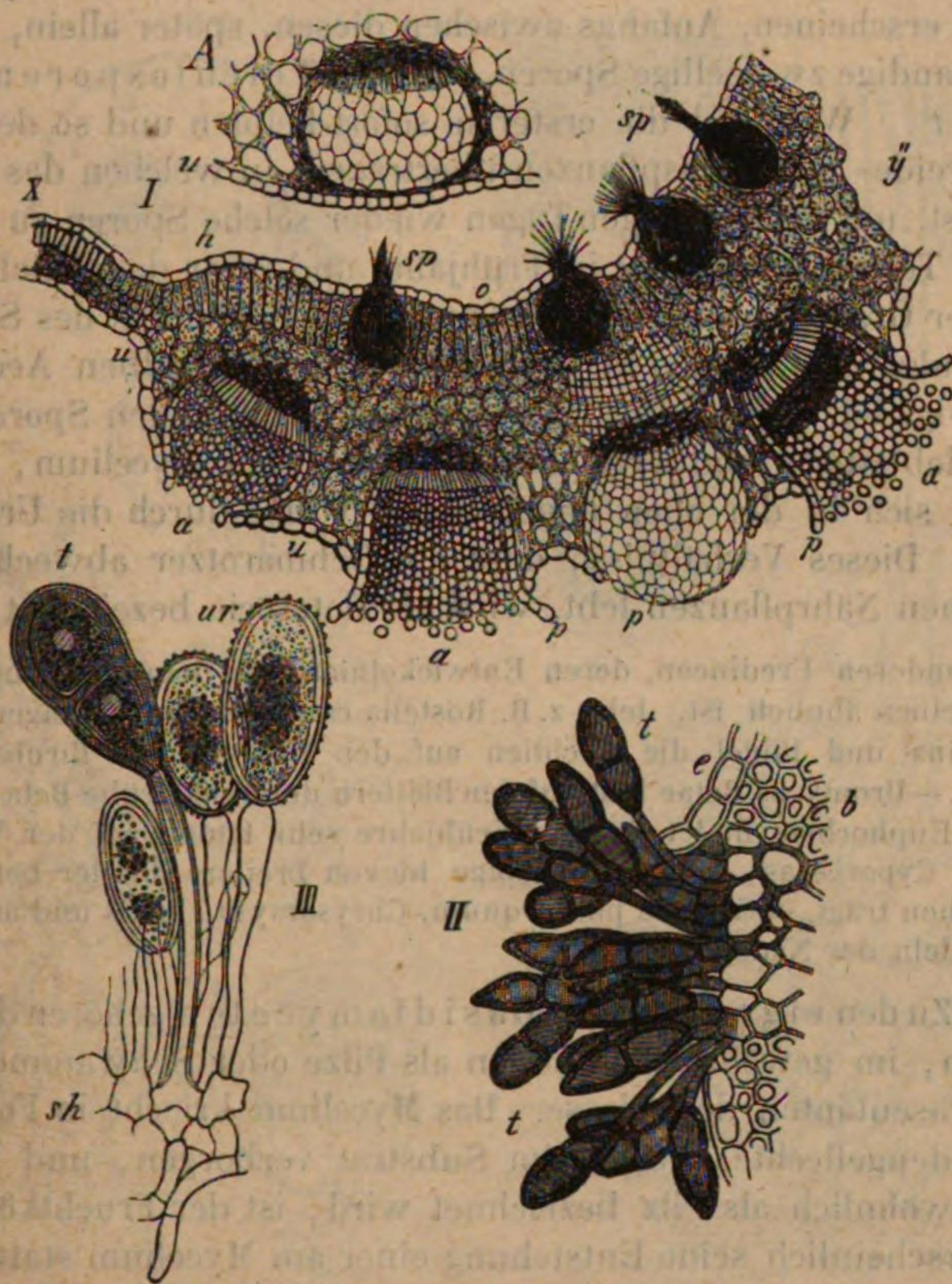


Fig. 63. *Puccinia graminis*: I Blattquerschnitt von *Berberis* mit Aecidien *a*; *p* deren Wand; *u* Unter-, *o* Oberseite des Blattes, das an der Strecke *u y* in Folge des Schmarotzers verdickt ist; auf der Oberseite stehen Spermogonien (*sp*). *A* ein junges noch nicht hervorgebrochenes Aecidium. II Teleutosporenlager (*t*) auf dem Blatt von *Triticum repens*, *e* dessen Epidermis. III Theil eines Uredolagers ebendort; *ur* die Uredosporen; *t* eine Teleutospore (nach *Sachs*).

Folge von Befruchtung) kleine Fruchtkörper, die Aecidien (Fig. 63 I. *a* und *A*), welche in Form kleiner Näpfchen aus dem befallenen Pflanzentheile vorragen; deren Grund ist mit einer Schicht von Basidien ausgekleidet, auf deren jeder eine ganze Reihe meist röthlich gefärbter Sporen abgeschnürt wird. Ausser diesen Sporen vermehren sich viele dieser Pilze noch durch andere (bisweilen zweierlei) Sporen, welche auf Fruchträgern

abgeschnürt werden und unter der aufreissenden Epidermis der Nährpflanze als rundliche oder längliche, meist röthlich oder schwärzlich gefärbte Häufchen erscheinen (Fig. 63. II). Am genauesten bekannt ist *Puccinia graminis*, der Rostpilz der Getreidearten (Fig. 63). Im Sommer erscheinen an den Blättern, Halmen und Spelzen die rothen langgezogenen Sporenhaufen, gebildet von rundlichen einzelligen Sporen, welche früher als *Uredo* bezeichnet wurden (Fig. 63. III. *ur*); im Spätsommer und Herbst erscheinen, Anfangs zwischen diesen, später allein, schwärzliche dickwandige zweizellige Sporen, die sog. *Teleutosporen* (Fig. 63. III. und II. *t*). Während die ersteren sofort keimen und so den Pilz auf andere Getreide- oder Graspflanzen übertragen, in welchen das Mycelium heranwächst, um nach wenigen Tagen wieder solche Sporen zu erzeugen, keimen die *Teleutosporen* erst im Frühjahr, und zwar dann nicht auf Getreide- oder Graspflanzen, sondern nur auf den Blättern des Sauerdorns *Berberis vulgaris*, auf deren Unterseite dann die gelben *Aecidien* erscheinen (Fig. 63. I. *a*). Die in den *Aecidien* gebildeten Sporen keimen auf Getreideblättern und erzeugen in diesen ein Mycelium, das nach kurzer Zeit sich in der oben angegebenen Weise durch die *Uredosporen* vermehrt. Dieses Verhältniss, dass ein Schmarotzer abwechselnd auf verschiedenen Nährpflanzen lebt, wird als *Heteröcie* bezeichnet.

Von anderen Uredineen, deren Entwicklungsgang dem oben beschriebenen im Allgemeinen ähnlich ist, lebt z. B. *Röstelia cancellata* auf Zweigen von *Juniperus Sabina* und bildet die *Aecidien* auf den Blättern des Birnbaums *Pirus communis*. — *Uromyces Betae* lebt auf den Blättern der Runkelrübe *Beta vulgaris*. — *Aecidium Euphorbiae* findet sich im Frühjahre sehr häufig auf der Wolfsmilch, *Euphorbia Cyparissias*, welche in Folge hievon breitere Blätter bekommt und keine Blüthen trägt. — *Caeoma pinitorquum*, *Chrysomyxa abietis* und andere leben in den Nadeln der Nadelhölzer.

6. b. Zu den eigentlichen *Basidiomyceten* gehören die meisten der grossen, im gewöhnlichen Leben als Pilze oder Schwämme bezeichneten Repräsentanten der Classe. Das Mycelium kriecht in Form zarter weisser Fadengeflechte zumeist im Substrat verborgen, und der Theil, welcher gewöhnlich als Pilz bezeichnet wird, ist der Fruchtkörper, der höchstwahrscheinlich seine Entstehung einer am Mycelium stattfindenden Befruchtung verdankt. In oder an ihm werden auf Basidien, die zu Hymenien vereinigt sind, die Sporen gebildet. Die Basidie (Fig. 65) trägt an ihrer Spitze gewöhnlich vier kleine schmale Fortsätze, *Sterigmen*, auf deren jedem einmal eine Spore abgeschnürt wird.

Bei der Tribus a) der *Hymenomyceten* trägt der Fruchtkörper das Hymenium an der mannigfaltig geformten Oberfläche. Sehr viele besitzen die Form von gestielten Hüten, deren untere Fläche das Hymenium trägt. So besitzt der Hut von *Agaricus*, wohin z. B. *A. campester*, der Champignon, unterseits zahlreiche radienartig angeordnete senkrechte Platten oder Lamellen, die mit dem Hymenium überzogen sind (Fig. 64 und 65). Die Unterfläche des Hutes von *Boletus* und *Polyporus* besteht

aus zahlreichen senkrechten Röhren, deren Wand mit dem Hymenium ausgekleidet ist. Legt man einen reifen Fruchträger auf Papier, so sieht man die herausfallenden Sporen als ein gewöhnlich dunkles, sehr feines Pulver. Diese Sporen keimen und erzeugen das Mycelium, auf welchem später die ersten Anfänge der Fruchtkörper als kleine Knötchen erscheinen (Fig. 64 A).

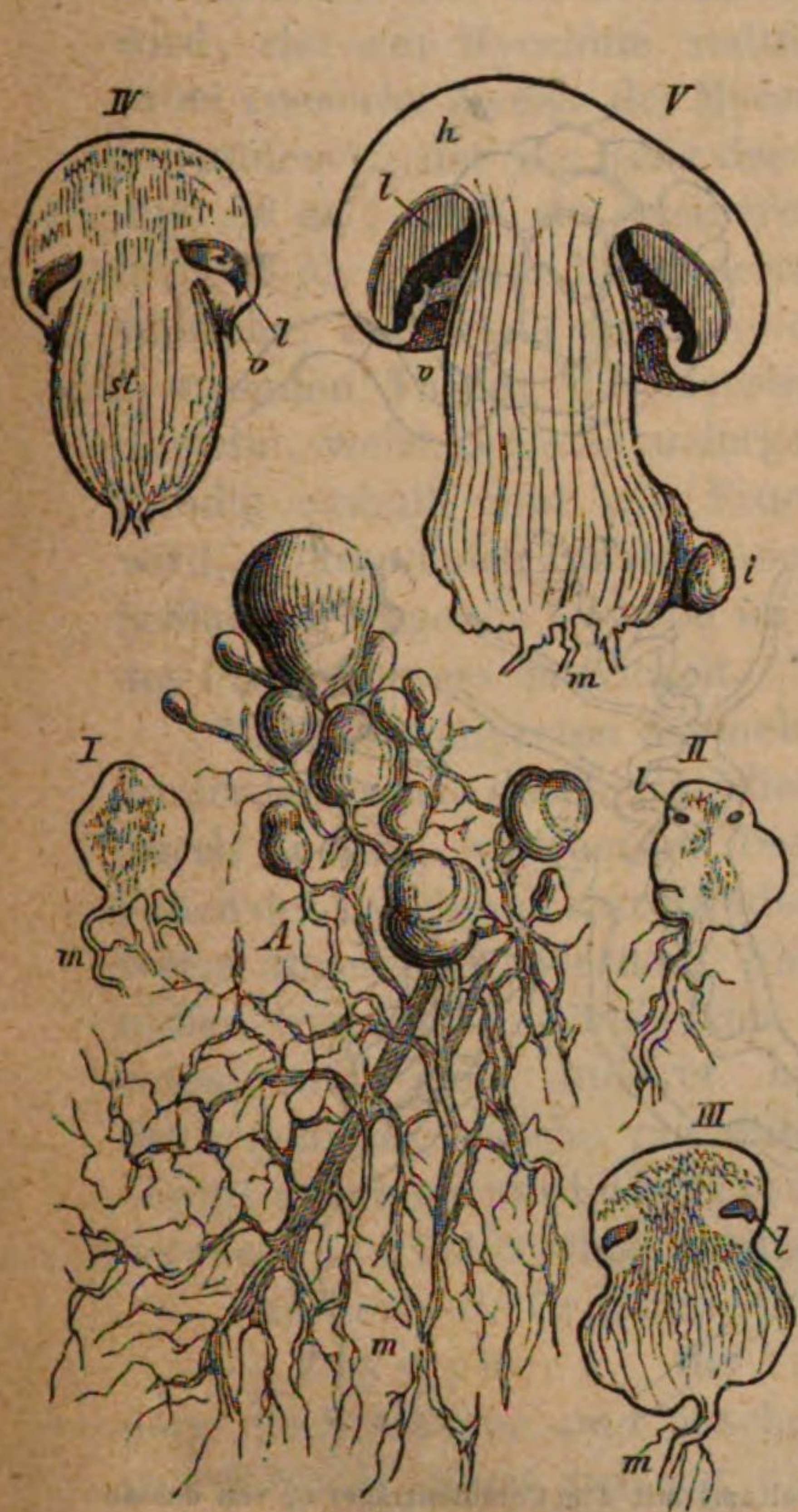


Fig. 64. *Agaricus campester*, Champignon; *m* das unterirdische Mycelium, welches bei *A* junge Fruchtkörper in Form kleiner Knöllchen trägt; *I*–*V* Entwicklungsfolge der Fruchtkörper in Längsdurchschnitten; *l* die Lamellen, welche das Hymenium tragen (nach Sachs).

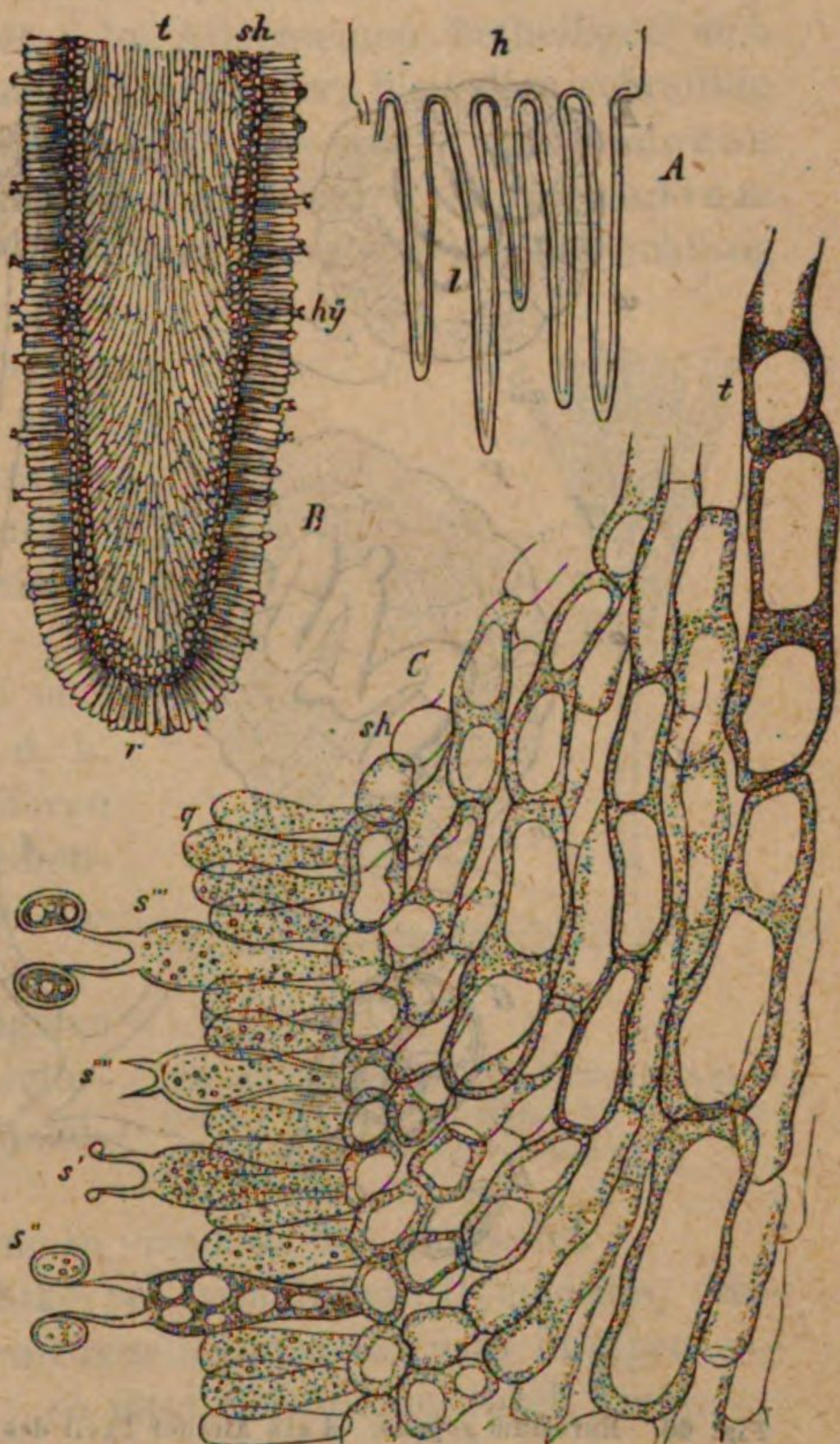


Fig. 65. *Agaricus campester*. *A* tangentialer Abschnitt des Hutes, die Lamellen (*l*) zeigend. *B* ein solcher Schnitt durch eine Lamelle stärker vergrößert; *hy* das Hymenium; *t* das mittlere Gewebe, Trama genannt. *C* ein Stück desselben Schnittes stärker (550) vergrößert. *q* junge Basidien und Paraphysen; *s'* erste Bildung der Sporen auf der Basidie; *s''* und *s'''* weiter entwickelte Sporen; bei *s'''* sind die Sporen schon abgefallen (nach Sachs).

Agaricus campester, *caesareus*, *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis* und viele andere sind essbar; *Agaricus muscarius*, Fliegenschwamm, giftig; *Merulius lacrimans*, der Hausschwamm, das Mycelium wuchert im Gebälk der Häuser; *Polyporus igniarius* und *fomentarius*, die harten holzigen, ungestielten Hüte dienen zur Bereitung des Feuerschwamms.

Bei den b) Gasteromyceten werden die Sporen auf Basidien im Inneren der gewöhnlich kugeligen Fruchtkörper gebildet und werden nach ihrer Reife durch Zerreißen derselben entleert. Zwischen den Sporen finden sich noch verzweigte Fäden, das Capillitium. Die verbreitetsten sind die sog. Staubpilze, Lycoperdon, deren Hülle oben unregelmässig zerreisst und die Sporenmasse als Staubwolke entlässt. Geaster besitzt eine

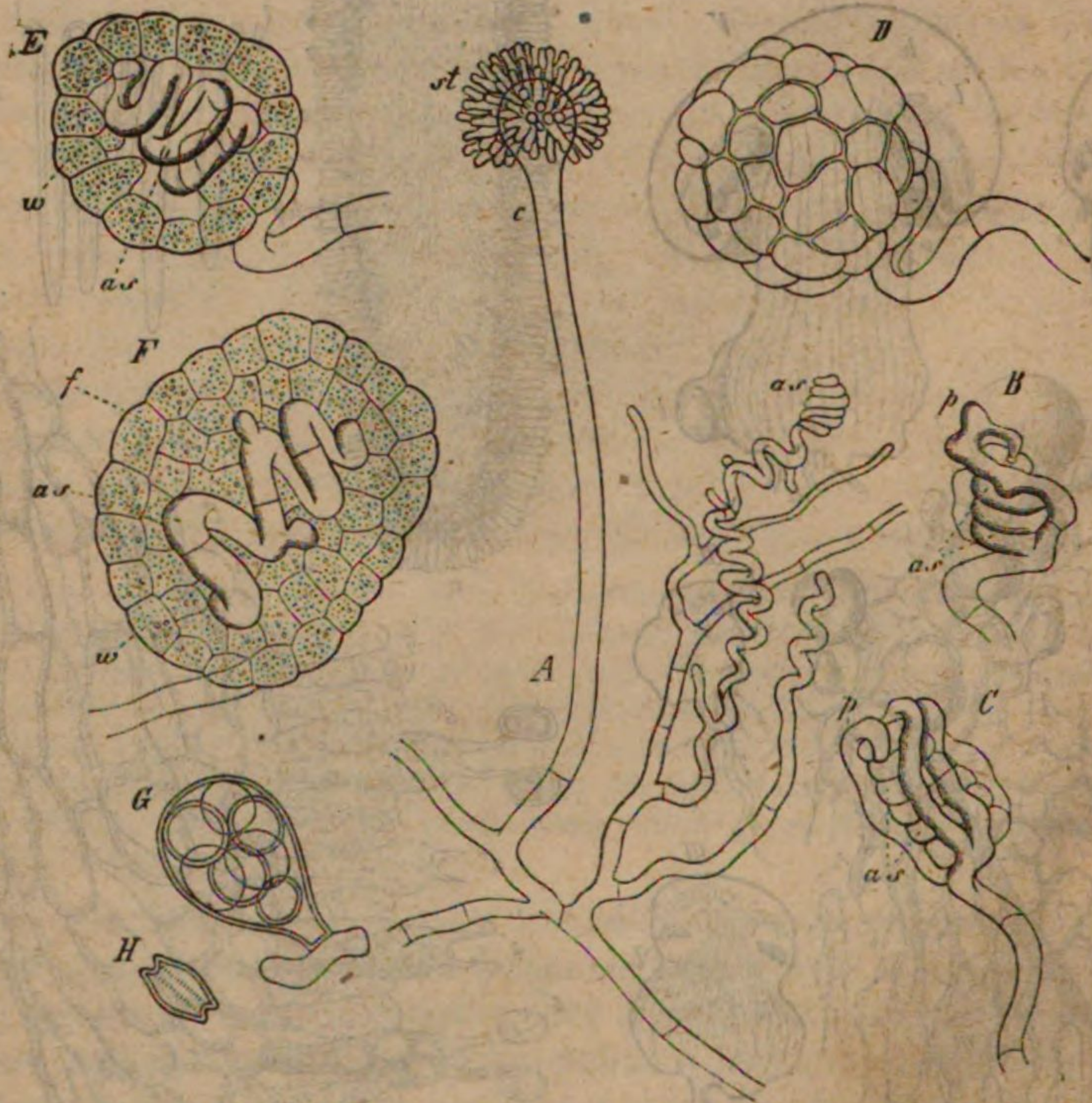


Fig. 66. *Eurotium repens*. A ein kleiner Theil des Myceliums mit dem Conidienträger C, von dessen Sterigmen (st) die Sporen schon abgefallen sind, und einem jungen Ascogonium as. B Ascogonium (as) mit dem Pollinodium p. C ebenso mit beginnender Umwachsung durch Fäden. D ein Fruchtkörper von aussen gesehen, E und F im Durchschnitt, noch unreif; w die Wandung, f das Füllgewebe, as der aus dem Ascogonium entstandene Faden, der später die Schläuche trägt. G ein Schlauch; H reife Spore. (Alles vergrössert) (nach Sachs).

doppelte Hülle, deren äusserer Theil sternförmig aufreisst und sich zurückschlägt, während die innere zartere Wandung durch eine Oeffnung an der Spitze die Sporen entlässt. Die Fruchtkörper der Nidularieen sind becherförmig; im Inneren der sich frühzeitig öffnenden Becher liegen einzelne als harte Körnchen erscheinende Partien, in welchen erst die Sporen enthalten sind.

7. Die *Ascomyceten* sind ausgezeichnet durch die Bildung von Ascosporen in meist geringer Zahl (gewöhnlich je acht) im Inneren eiförmiger oder länglicher Schläuche (s. Fig. 47), welche in der Mehrzahl der Fälle zu Hymenien angeordnet sind. Diese Hymenien befinden sich auf der Oberfläche oder im Inneren der Fruchtkörper. Für mehrere hieher gehörige Formen ist es bereits nachgewiesen (für die übrigen nicht mehr zweifelhaft), dass der Fruchtkörper durch einen Befruchtungsact erzeugt wird, der am Mycelium stattfindet. Im Allgemeinen betheiligen sich dabei zweierlei Zweige des Myceliums, ein grösserer, bisweilen schraubig gewundener, der die Rolle des weiblichen Organs spielt, das Ascogon (Fig. 66 *as*), und ein kleinerer dünnerer männlicher, Pollinodium (Fig. 66 *p*). Wenn durch deren innige Berührung sich die Befruchtung vollzieht, entwickelt sich aus den angrenzenden Theilen des Myceliums ein Gewebe, welches die Sexualorgane vollständig einhüllt und zum Fruchtkörper wird, während sich aus dem Ascogon das Schläuche tragende Gewebe im Inneren des Fruchtkörpers entwickelt.

Viele *Ascomyceten* vermehren sich ausserdem noch durch Conidien, d. h. durch Sporen, welche an besonderen Fäden des Myceliums einzeln oder reihenweise abgeschnürt werden. Solche Conidien tragende Zustände von *Ascomyceten* sind viele unserer häufigsten Schimmelpilze, welche nur unter selteneren Umständen zur Bildung von Sexualorganen und Schläuchen gelangen.

Man kann die Ordnung vorläufig in vier Familien eintheilen:

a) *Erysipheen*. Der Fruchtkörper enthält kein Hymenium, sondern die Schläuche sind anscheinend regellos nach allen Richtungen angeordnet; er öffnet sich gar nicht, so dass die Sporen durch Verwesen der Wandung frei werden, oder durch unregelmässiges Aufreissen. *Eurotium Aspergillus* ist ein gar nicht seltener Schimmelpilz, dessen Conidien auf einer kugeligen, mit Sterigmen besetzten Anschwellung der Fruchthyphe (Fig. 66 *st*) reihenweise abgeschnürt werden. Das unter den Sexualorganen hervorwachsende Gewebe bildet die Wandung des Fruchtkörpers, in dessen Innerem die Schläuche nicht sehr zahlreich liegen (Fig. 66 *B—H*). Der gemeinste Schimmelpilz ist *Penicillium glaucum*, welches auf pinselförmig verzweigten Fruchthyphen Conidienreihen trägt (Fig. 67). In diesem Zustande erscheint er als graugrüner Ueberzug auf seinem Substrat, feuchten Gegenständen, Flüssigkeiten aller Art. Die in neuerer Zeit gefundenen Fruchtkörper sind von Stecknadelkopfgrösse und

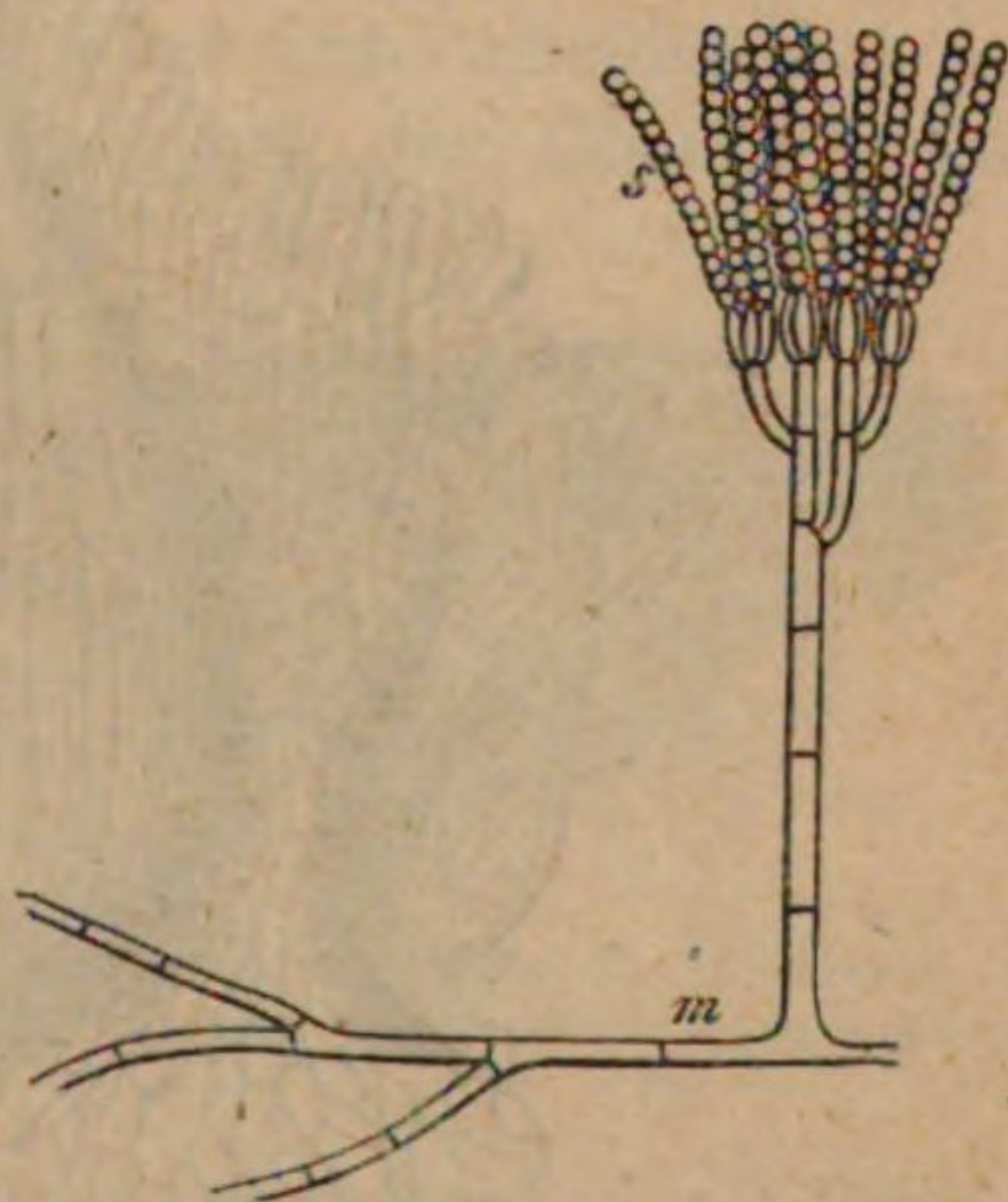


Fig. 67. Fruchthyphe von *Penicillium glaucum*; *s* die Conidienreihen; *m* ein Fadestück des Myceliums (150).

öffnen sich gar nicht. — Die Arten der Gattung Erysiphe leben schmarotzend auf der Oberfläche zahlreicher Pflanzentheile, so auf den Blättern der Rosen, des Hopfens u. v. a. und bilden hier einen zarten weissen Ueberzug, den sog. Mehlthau. Die Conidienform einer solchen Erysiphe, früher *Oidium Tuckeri* genannt, bewohnt in dieser Weise die Blätter und jungen Früchte des Weinstocks und verursacht so die bekannte Traubenkrankheit. Die Bildung der Fruchtkörper ist ähnlich wie bei den vorigen.

b) Die *Tuberaceen* besitzen unterirdische rundliche Fruchtkörper, in welchen die schlauchtragenden Hymenien die Oberfläche labyrinthischer Gänge auskleiden. Die Sexualorgane sind noch nicht bekannt. *Tuber cibarium* die Trüffel.

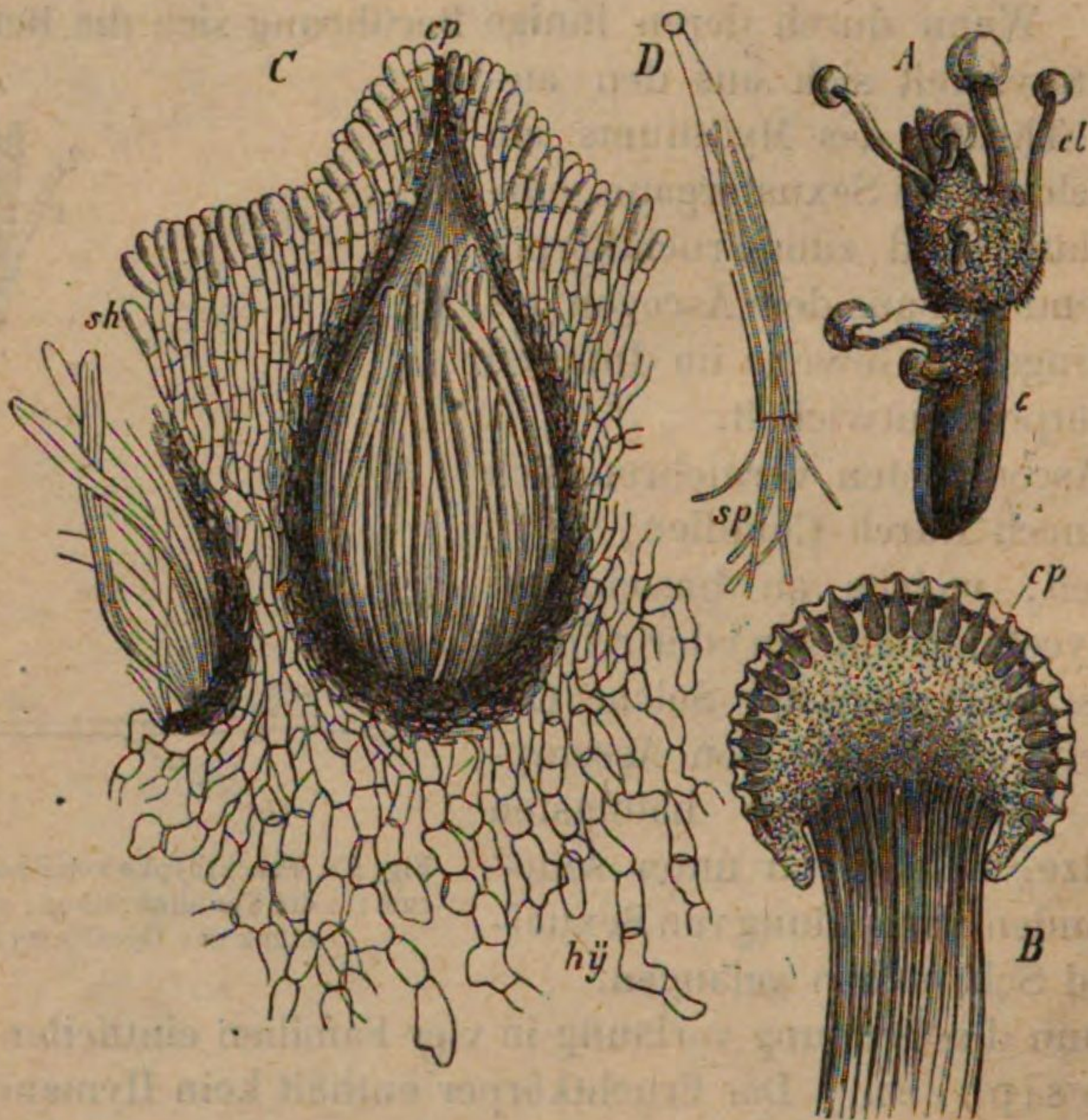


Fig. 68. *Claviceps purpurea*; A ein Sclerotium (c), welches Fruchtträger (cl) bildet (zweimal vergr.) B ein solcher Fruchtträger durchschnitten (vergr.) cp die Perithecia. C ein Perithecium noch stärker vergrössert. D ein Ascus zerrissen, die schmalen Sporen (sp) entlassend (nach Sachs).

c) Die *Pyrenomyceten* oder Kernpilze. Das Hymenium kleidet die Innenfläche flaschenförmiger oder rundlicher Behälter aus, die sich an der Spitze öffnen; diese Behälter, Perithecia genannt, stehen entweder einzeln oder in grösserer Anzahl auf einem gemeinsamen Träger, dem sog. Stroma. Sehr zahlreiche Arten, besonders aus der Unterfamilie der *Sphaeriaceen* wohnen auf Baumrinden, so *Nectria cinnabarina*, die durch ihre rothe Färbung auffällt; *Xylaria polymorpha* mit aufrechtem keuligen Stroma auf faulen Baumstrünken. *Claviceps purpurea* bildet das sog. Mutterkorn. Der junge Fruchtknoten des von diesem Pilze befallenen Roggens (oder anderer Gräser) wird von einem zarten

Mycelium überzogen, welches Conidien abschnürt; diese Conidien sind in eine schleimige Substanz eingebettet und stellen das vor, was man als Honigthau zu bezeichnen pflegt. Sie können den Pilz sofort auf andere Graspflanzen übertragen. Mit der Zeit durchdringt dieser Pilz das ganze Gewebe des Fruchtknotens und bildet zuletzt eine harte Gewebemasse von etwa 1—2 Centimeter Länge und dunkelvioletter Farbe, das Sclerotium, welches unter dem Namen Mutterkorn bekannt ist. Dieses Sclerotium entwickelt, auf Erde gebracht, im kommenden Frühjahr einige Fruchtlager, fast von Gestalt kleiner Hutpilze (Fig. 68 A), auf deren Oberfläche die zahlreichen Perithechien (Fig. 68 cp) eingesenkt sind. Die hierin entwickelten Schlauchsporen gelangen auf junge Roggenpflanzen und erzeugen dort, indem das Mycelium durch die Blattscheiden eindringt und sich bis in die Blüthe verbreitet, wieder den sog. Honigthau.

d) Die Discomyceten oder Scheibenpilze unterscheiden sich von den Kernpilzen dadurch, dass das Hymenium auf der Oberfläche des Fruchtkörpers ausgebreitet ist. Die Morchel, *Morchella esculenta* und andere Arten, besitzt einen faltigen Hut, dessen Aussenfläche vom Hymenium überzogen ist. Die Arten von *Peziza* und verwandten Gattungen haben flach becherförmige Fruchtkörper, deren obere Fläche das Hymenium trägt (Fig. 69). Sie leben auf faulem Holz, zwischen Moosen, auf feuchter Erde.

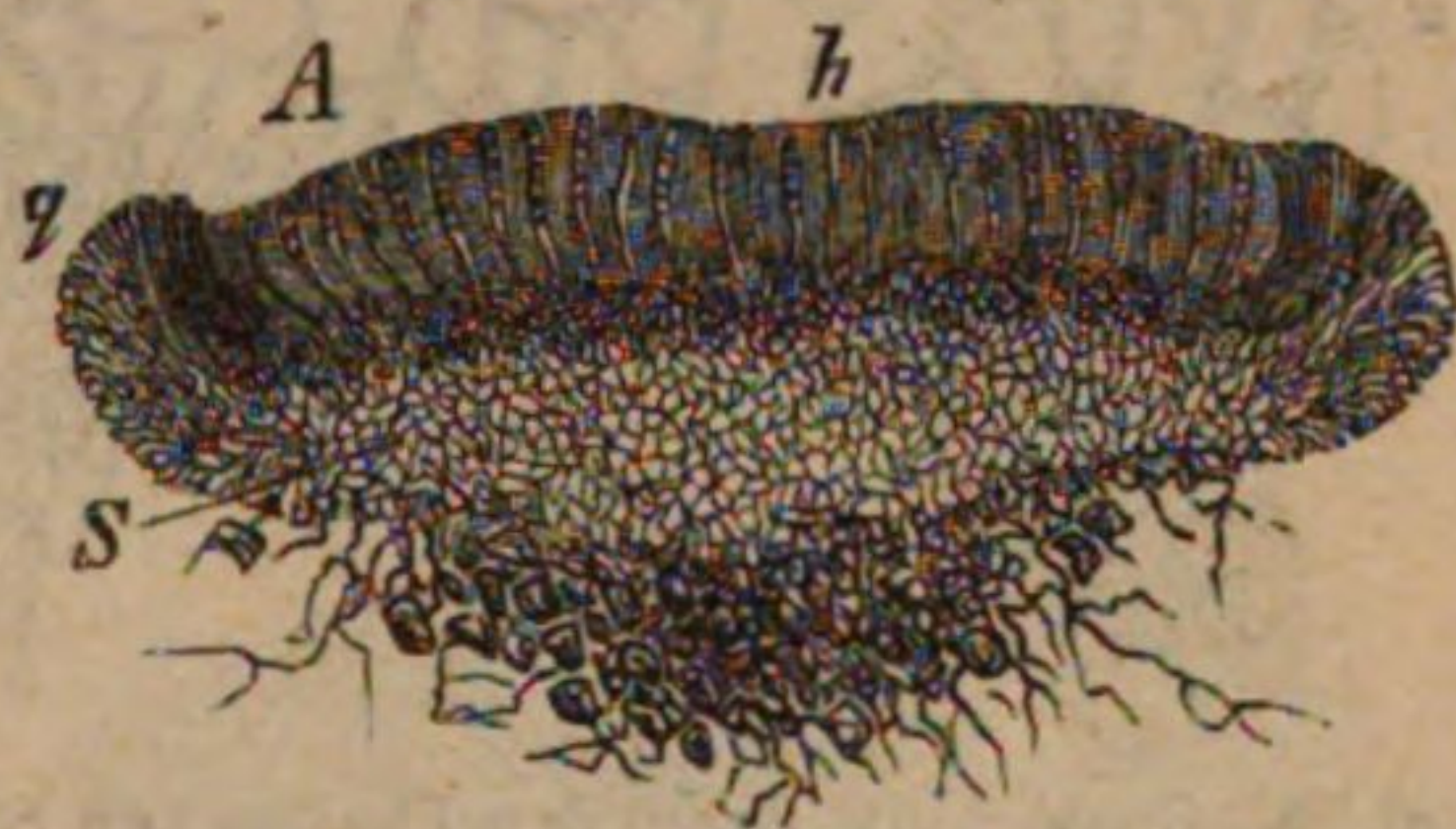


Fig. 69. Längsschnitt des Fruchtkörpers von *Peziza convexula*; *h* das Hymenium (nach Sachs).

Bei mehreren Formen werden die Sporen aus den Schläuchen mit Gewalt ausgespritzt, so dass man sie zuweilen mit blossen Auge in Form eines Staubwölkchens wahrnehmen kann.

Die Flechten.

Die Flechten wurden früher als eigene Classe betrachtet. Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass es Ascomyceten sind aus den beiden Familien der Pyrenomyceten und Discomyceten, welche auf Algen schmarotzen. Diese Algen sind in den Flechtenthallus eingeschlossen und wurden früher als Gonidien bezeichnet (Fig. 70 g). Es sind theils einzelne kugelige grüne Zellen, welche der Algengruppe der Palmellaceen angehören, oder reihenweise verbundene, mit rothem Inhalt versehene Zellen der Algengattung *Chroolepus*, oder die blaugrünen Fäden von *Nostoc* und anderen Phycchromaceen. Dieselben sind entweder ordnungslos im ganzen Thallus der Flechte zerstreut; der Thallus heisst dann homöomerisch, oder in bestimmten Schichten zwischen dem Fadengeflechte angeordnet: heteromerischer Thallus (Fig. 70). Die Fortpflanzungsorgane gehören vollständig dem Pilz an und sind demgemäss in

Schläuchen erzeugte Sporen; die Schläuche stehen bei den einen auf der Oberfläche schüsselförmiger Organe, der sog. Apothecien (Discomyceten), bei den anderen in Perithechien eingeschlossen (Pyrenomyceten). Auch Spermogonien finden sich, wie bei anderen Ascomyceten. Ausserdem vermehren sich die Flechten noch durch Soredien, nämlich Knäuel von Gonidien, umspinnen von Pilzfäden, die aus dem Thallus frei werden und wieder zu einem neuen Thallus auswachsen (Fig. 74).

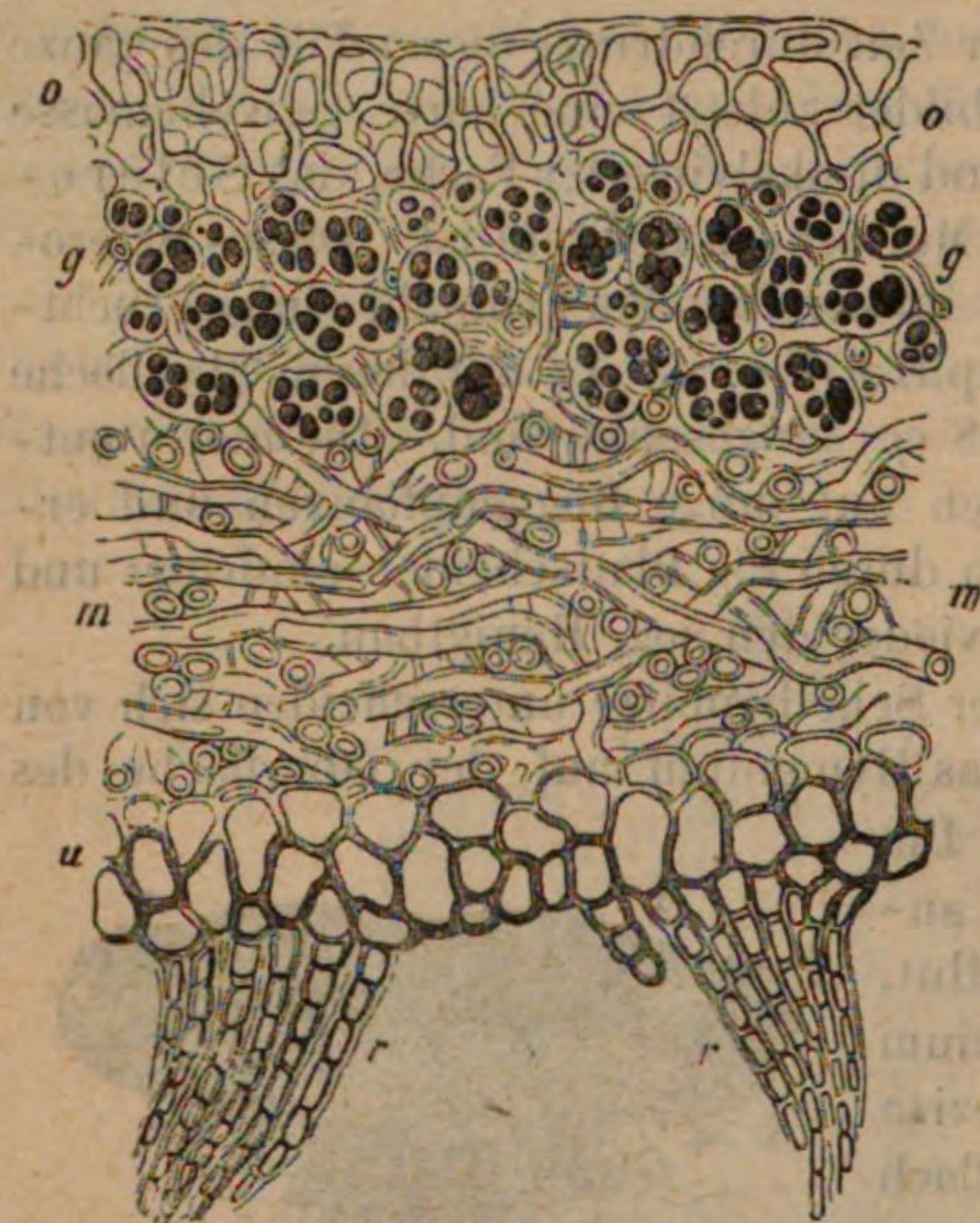


Fig. 70. Querschnitt durch den Thallus von *Sticta fuliginosa* (500); *o* Rinde der Oberseite, *u* der Unterseite; *m* Hyphengeflecht der Marksicht; *g* die Gonidien, *r* Haftfasern der Unterseite (nach Sachs).

Die Flechten leben an Bäumen, Felsen, Mauern, auch auf der Erde zwischen Moosen; sie können vollständig austrocknen, ohne ihre Lebensfähigkeit zu verlieren.

Man pflegt sie nach der Form und Beschaffenheit des Thallus in vier Ordnungen einzutheilen:

I. Gallertflechten. Der lappige Thallus ist homöomerisch; die Gonidien werden von Phycochromaceen gebildet. Flechten von meist schwärzlicher Farbe, welche befeuchtet gallertartig weich sind.



Fig. 71. Soredien von *Usnea barbata*. *A* mit nur einem Gonidium, das sich bei *B* getheilt hat. *C* mehrere Gonidien, durch Hyphen getrennt. *D* und *E* auswachsende Soredien, die Hyphen bilden einen Scheitel, an dem die neue Flechte fortwächst; die Gonidien vermehren sich durch Theilung (nach Sachs).

Collema glaucescens, *pulposum* (Fig. 72) und andere sind nicht selten auf feuchter Erde, *C. cristatum* an Felsen u. a. — *Leptogium lacerum* u. a. zwischen Moosen.

II. Krustenflechten. Der Thallus besitzt keinen bestimmten Gesamtumriss und lässt sich gewöhnlich kaum vom Substrat unterscheiden, auf welchem nur die Früchte, theils einzeln, theils in charakteristischen Gruppen sich bemerkbar machen.

Die Graphideen (z. B. *Graphis scripta*, *elegans* Fig. 73 A, B) und Verrucarieen (Fig. 73 C) sind sehr häufig auf Baumrinden und Felsen. — *Lecanora subfusca* mit braunen Apothecien ist auf jedem Buchenstamm und auch sonst nicht selten anzutreffen. — *Rhizocarpon geographicum* überzieht in schön gelben Krusten von oft kolossaler Ausdehnung kieselhaltige Gesteine. Die Krustenflechten bewohnen in zahlreichen Arten noch die höchsten Felsen der Alpen, auf denen sonst keine Vegetation mehr gedeiht.

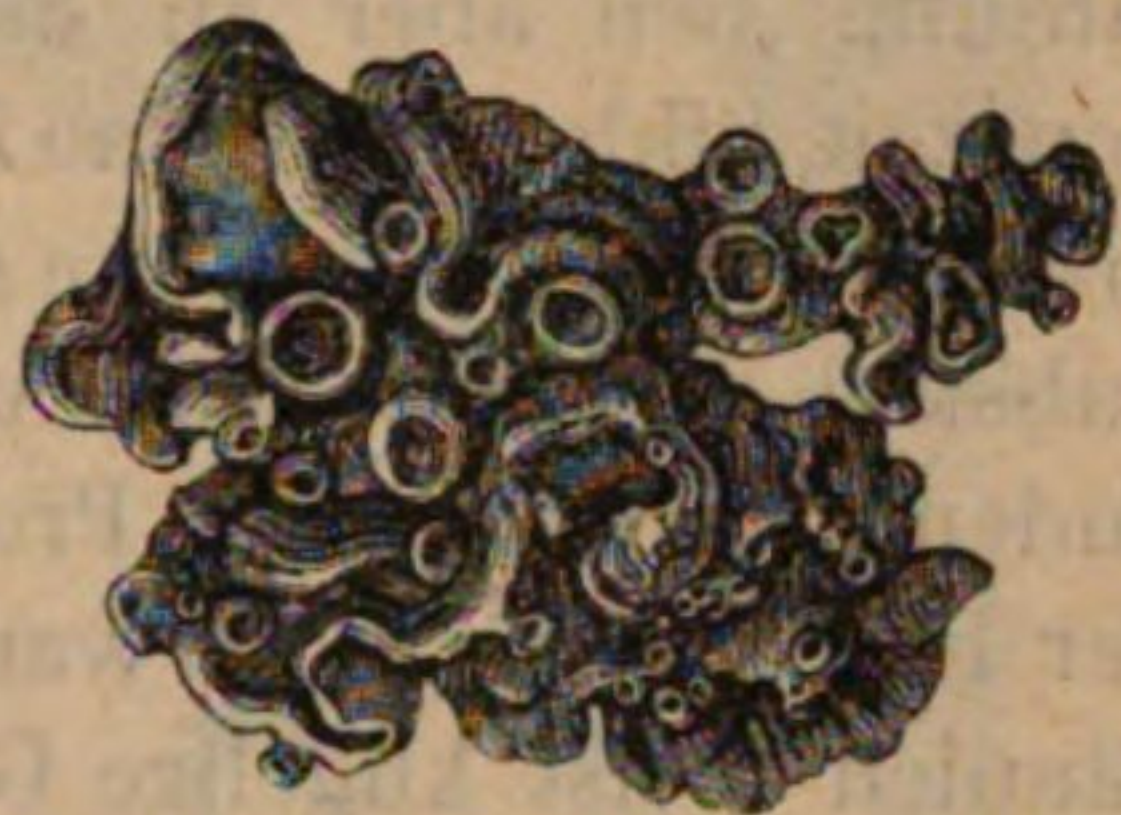


Fig. 72. Eine Gallertflechte: *Collema pulposum* (wenig vergr.). (nach Sachs).

III. Laubflechten. Der Thallus ist flach ausgebreitet, dem Substrat anliegend; die grünen (seltener blaugrünen) Gonidien bilden eine einfache Schicht unter der Oberseite (Fig. 71). Der Umriss des Thallus ist gewöhnlich lappig.

Parmelia parietina findet sich mit ihrem schwefelgelben, reichlich fructifizierenden Thallus an jedem Baumstamm, an Mauern, meist gesellig mit anderen graugefärbten Arten. — *Sticta pulmonacea* (Fig. 74 B) mit netziggrubigem gelblichem Thallus kommt besonders an Fichtenstämmen vor. — *Peltigera* in verschiedenen Arten bewohnt den Moosboden der Wälder.

IV. Strauchflechten. Der Thallus wächst strauchförmig aufrecht oder hängend und ist im Innern nach allen Seiten gleich ausgebildet, d. h. besitzt keine Ober- und Unterseite. Die Gonidienschicht bildet gewöhnlich einen Hohlzylinder.

Usnea barbata (Fig. 74 A) und andere (seltener) Arten, Baumbart, wächst auf Baumästen. — *Evernia Prunastri* mit breitem weisslichem Thallus sehr häufig an Bäumen, Bretterwänden. — *Roccella tinctoria* wächst an Felsen in der Gegend des mittelländischen Meeres und dient nebst anderen Flechten zur Bereitung des Lacmus. — *Cetraria islandica*, isländisches Moos; der bandartig flache Thallus wächst in Form aufrechter Rasen nicht selten auf Mooren, Haiden, in Gebirgswäldern; er gibt beim Kochen mit Wasser eine schleimige Flüssigkeit. — *Cladonia*, Säulchen-

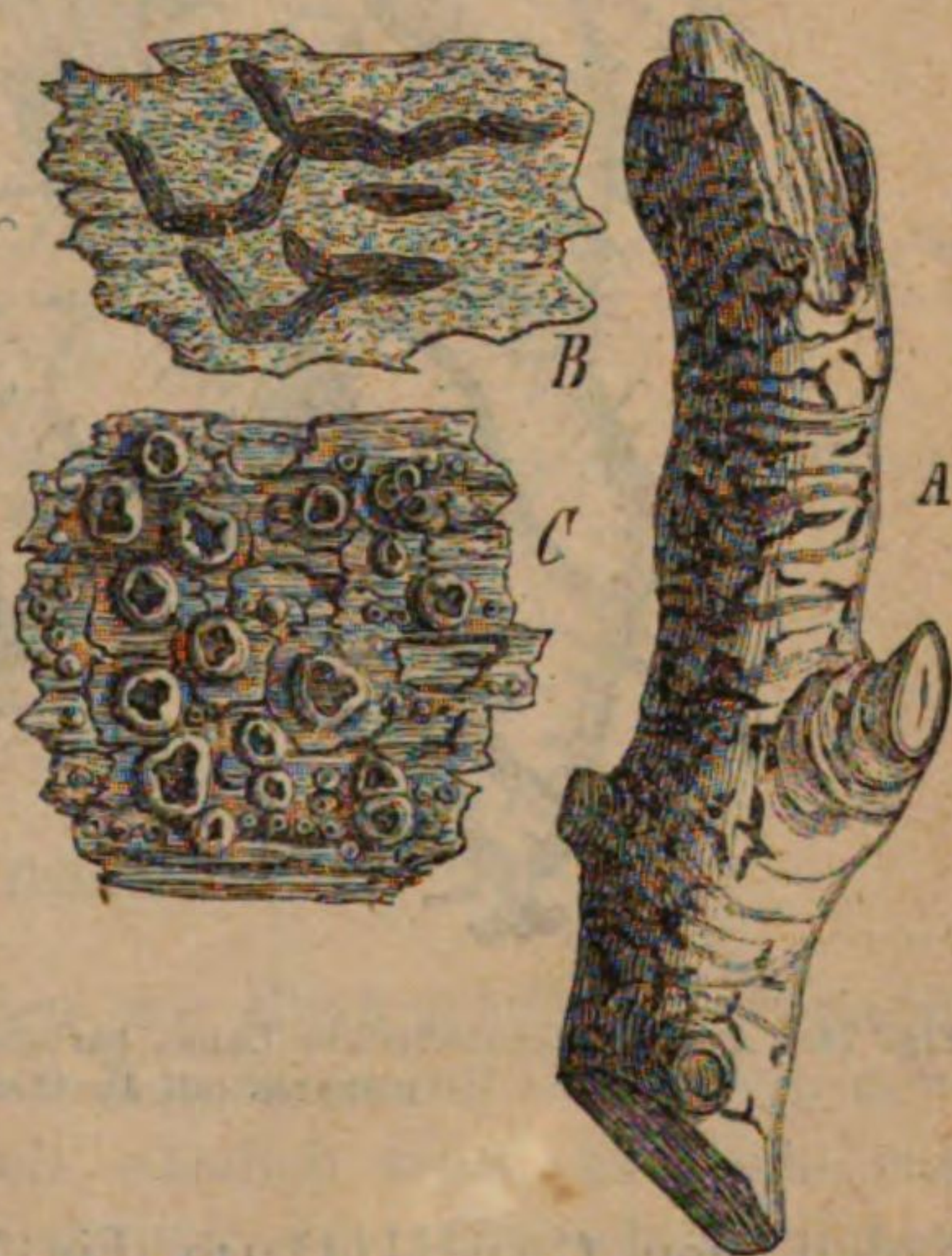


Fig. 73. Krustenflechten. A und B *Graphis elegans*, B wenig vergrössert. C *Pertusaria Wulfeni*, wenig vergr. (nach Sachs).

flechte, bewohnt in vielen Arten alte Baumstrünke, Haideboden; auf Haiden findet man oft in enormer Ausdehnung das Rennthiermoos *Cladonia rangiferina*.

8. Die Schleimpilze oder *Myxomyceten* sind Organismen, die in vielen Beziehungen von allen vegetabilischen Gebilden weit abweichen, daher auch früher zu den Thieren gerechnet wurden, durch die Sporenbildung sich aber an die Pilze anschliessen. Während ihrer Vegetationszeit bilden sie keine Zellen oder Gewebe, sondern kriechen als nackte Protoplasmamassen, *Plasmodium* genannt (Fig. 75 A) in oder auf dem Substrat, Lohe, Erde und Blättern des Waldbodens umher. Zugleich finden im Innern der Protoplasmamasse lebhafteste Strömungen statt. Bei der Fruchtbildung verwandelt sich das ganze Plasmodium in Sporangien, nämlich meist kugelige Gebilde, die den Fruchtkörpern der Trüffeln und Staubpilze ähnlich sehen (Fig. 75 B); in deren Innerem werden die Sporen gebildet, bei einigen ausschliesslich, bei anderen zwischen sterilen

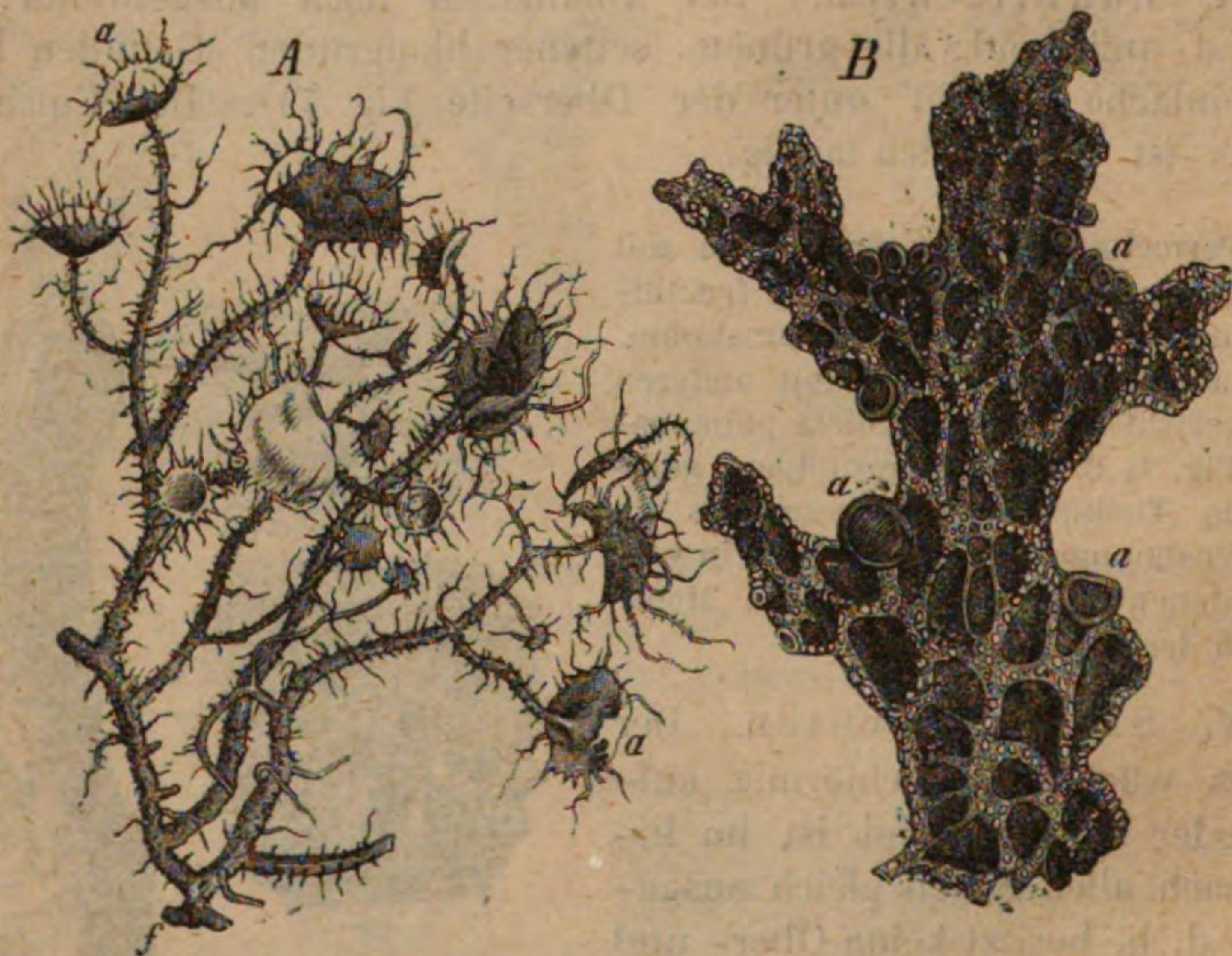


Fig. 74. A eine Strauchflechte *Usnea barbata* mit Apothecien *a*; B eine Laubflechte. *Sticta pulmonacea* mit Apothecien *a*. (nat. Gr.) (nach Sachs).

Fäden, dem Capillitium (Fig. 75 C cp). Bei der Keimung entlässt jede Spore ihren Protoplasmakörper, welcher entweder amöbenartig umherkriecht oder wie eine Schwärmspore schwimmt. Durch Zusammentreten und Vereinigung zahlreicher solcher kleiner Protoplasmakörper kommen die grossen Plasmodien zu Stande.

Aethalium septicum, die Lohblüthe, kriecht mit grossen (selbst mehrere Quadratzoile einnehmenden) gelben Plasmodien in der Gerberlohe umher und bildet schwefelgelbe, im Inneren schwarzbraune Klumpen von Sporangien. —

Trichia rubiformis, *Didymium serpula* sind kleinere Formen, die in Wäldern nicht selten vorkommen; die Sporangien der ersteren erscheinen als braune eiförmige,

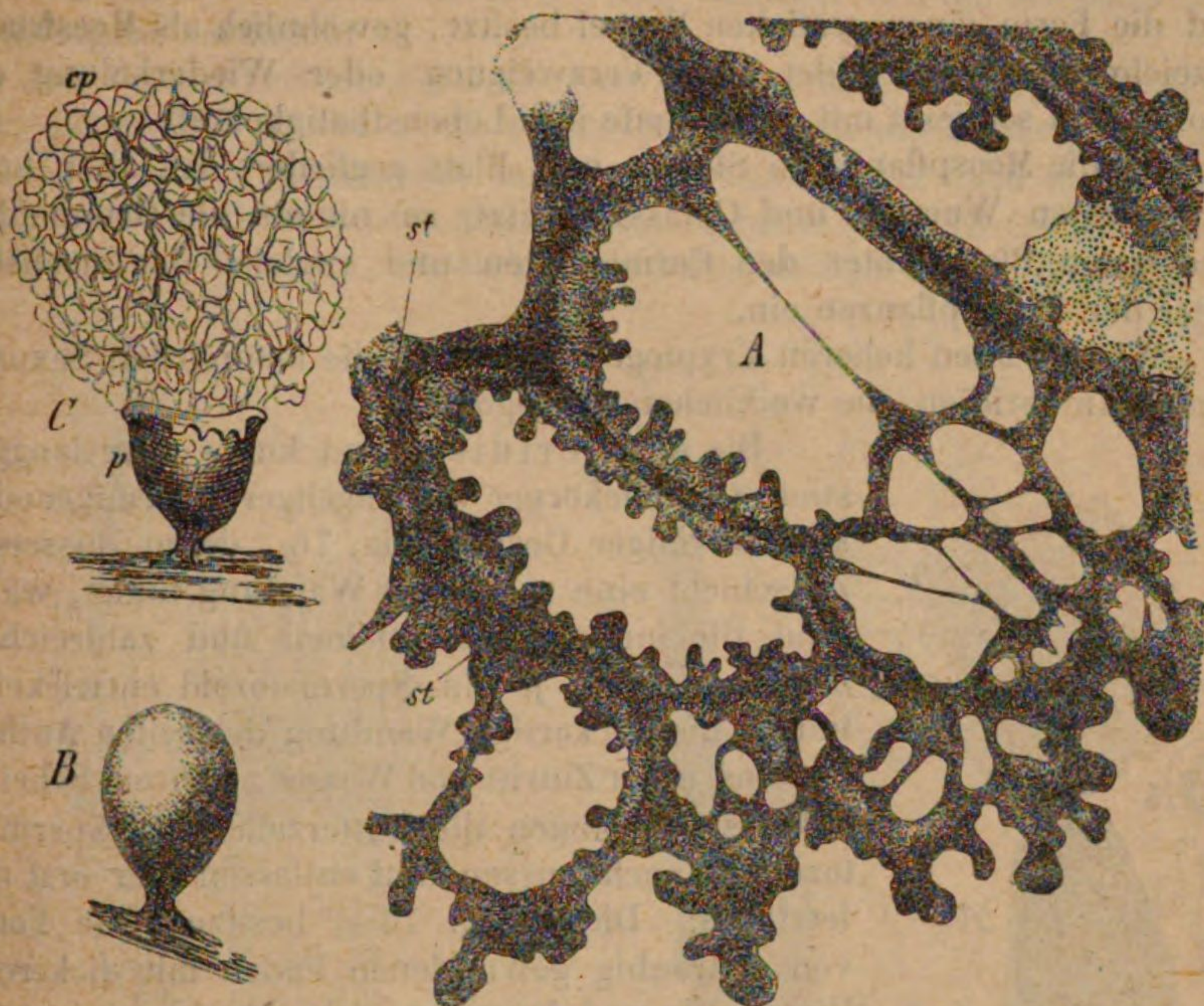


Fig. 75. A Stück eines Plasmodiums von *Didymium leucopus* (350); B ein noch geschlossenes Sporangium von *Arcyria incarnata*; C dasselbe nach Zerreißung der Wandung *p* und Ausdehnung des Capillitiums *cp* (20) (nach Sachs).

etwa 2—3 Millim. lange Körperchen, die gesellschaftlich auf Blättern oder Moosen vorkommen.

Zweite Gruppe.

Die Muscineen.

Bei der Gruppe der Muscineen finden wir einen scharf ausgeprägten Generationswechsel, welcher in gewissen Momenten mit dem der folgenden Gruppe übereinstimmt; es wechselt nämlich eine geschlechtliche, d. h. Sexualorgane erzeugende Generation mit einer ungeschlechtlichen, in welcher Sporen gebildet werden, ab. Aus der keimenden Spore entwickelt sich, in einzelnen Fällen direct, in den meisten durch Vermittelung eines sogenannten Vorkeims oder Protonemas die Geschlechts-generation in Form eines morphologisch gegliederten Vegetationskörpers, der Moospflanze, welche nur bei den niederen Formen ein Thallus, bei allen anderen aber ein beblätterter Stamm ist und die Sexualorgane in beliebiger Wiederholung erzeugen kann. Aus jeder befruchteten Eizelle

geht ein Individuum der ungeschlechtlichen Generation hervor, welches mit der ursprünglichen Moospflanze äusserlich in Zusammenhang bleibt und die Form einer gestielten Kapsel besitzt, gewöhnlich als Moosfrucht bezeichnet. Diese bildet ohne Verzweigung oder Wiederholung die Sporen und schliesst mit deren Reife ihre Lebensthätigkeit ab.

Da die Moospflanze in Stamm und Blatt gegliedert ist, aber noch keine ächten Wurzeln und Gefässe besitzt, so nimmt die Gruppe den niedrigsten Platz unter den Cormophyten und zugleich den höchsten unter den Zellenpflanzen ein.

Wie bei allen höheren Kryptogamen heissen die männlichen Sexualorgane Antheridien, die weiblichen Archegonien.

Die Antheridien sind kurz- oder langgestielte Gewebekörper von kugelig, eiförmiger oder keulenförmiger Gestalt (Fig. 76), deren äusserste Zellschicht eine sackartige Wandung bildet, während die inneren sehr kleinen und zahlreichen Zellen in sich je ein Spermatozoid entwickeln. Indem die sackartige Wandung des reifen Antheridiums unter Zutritt von Wasser an ihrem Scheitel aufreisst, gelangen die Mutterzellen der Spermatozoiden nach aussen und entlassen hier erst die letzteren. Diese (Fig. 76 c) besitzen die Form von schraubig gewundenen Fäden mit dickerem Hinterende und bewegen sich mittels zweier am vorderen Ende sitzender zarter Cilien in dem Wasser, welches die capillaren Zwischenräume zwischen den Moosblättern und Rasen gelegentlich durchtränkt.



Fig. 76. A Aufplatzendes Antheridium von *Funaria hygrometrica*, a die Spermatozoiden (350); B letztere stärker vergrössert. c freies Spermatozoid von *Polytrichum* (800) (nach Sachs).

Die Archegonien (Fig. 77) sind von flaschenförmiger Gestalt, d. h. über ihrer Basis bauchartig erweitert und oben in einen langen Hals auslaufend. Bauch und Hals sind von einer axilen Zellreihe durchzogen; deren unterste und grösste Zelle bildet die Eizelle; die Reihe der übrigen wird als Kanalreihe bezeichnet. Diese verwandelt sich kurze Zeit vor der Befruchtung in eine Schleimmasse; die obersten Zellen des Halses, die Deckelzellen (*m*) weichen aus einander und die Spermato-

zoiden dringen durch diese Oeffnung eintretend im Kanal bis zur Eizelle vor, welche sich in Folge der Befruchtung mit einer Membran umgibt.

Die Sexualorgane stehen öfters einzeln, sehr häufig aber in Gruppen vereinigt, welche bald blos aus Antheridien oder Archegonien, bald aber auch aus beidem gemengt bestehen. Diese Gruppen, auch wohl Moosblüthen genannt, werden bisweilen von besonderen Hüllen (Involu-

crum und Perianthium) umgeben. Als Paraphysen bezeichnet man Haargebilde, welche in diesen sog. Blüten sich an der Basis der Sexualorgane vorfinden.

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich sofort, und ohne dass diese ihren Ort verlässt, die zweite Sporen bildende Generation, das Sporogonium. Wenn sich dasselbe an seiner Basis auch mehr oder weniger in das Gewebe der Moospflanze einbohrt (Fig. 78 C) und auch von dieser ernährt wird, so stehen die beiderseitigen Zellen dennoch in



Fig. 77. Archegonien von *Funaria hygrometrica*: A auf dem Gipfel des Stämmchens sitzend (a); b Blätter (100); B ein einzelnes (550), b der Bauch, h der Hals, m die noch geschlossene Mündung. C die geöffnete Mündung eines befruchteten Archegoniums (nach Sachs).

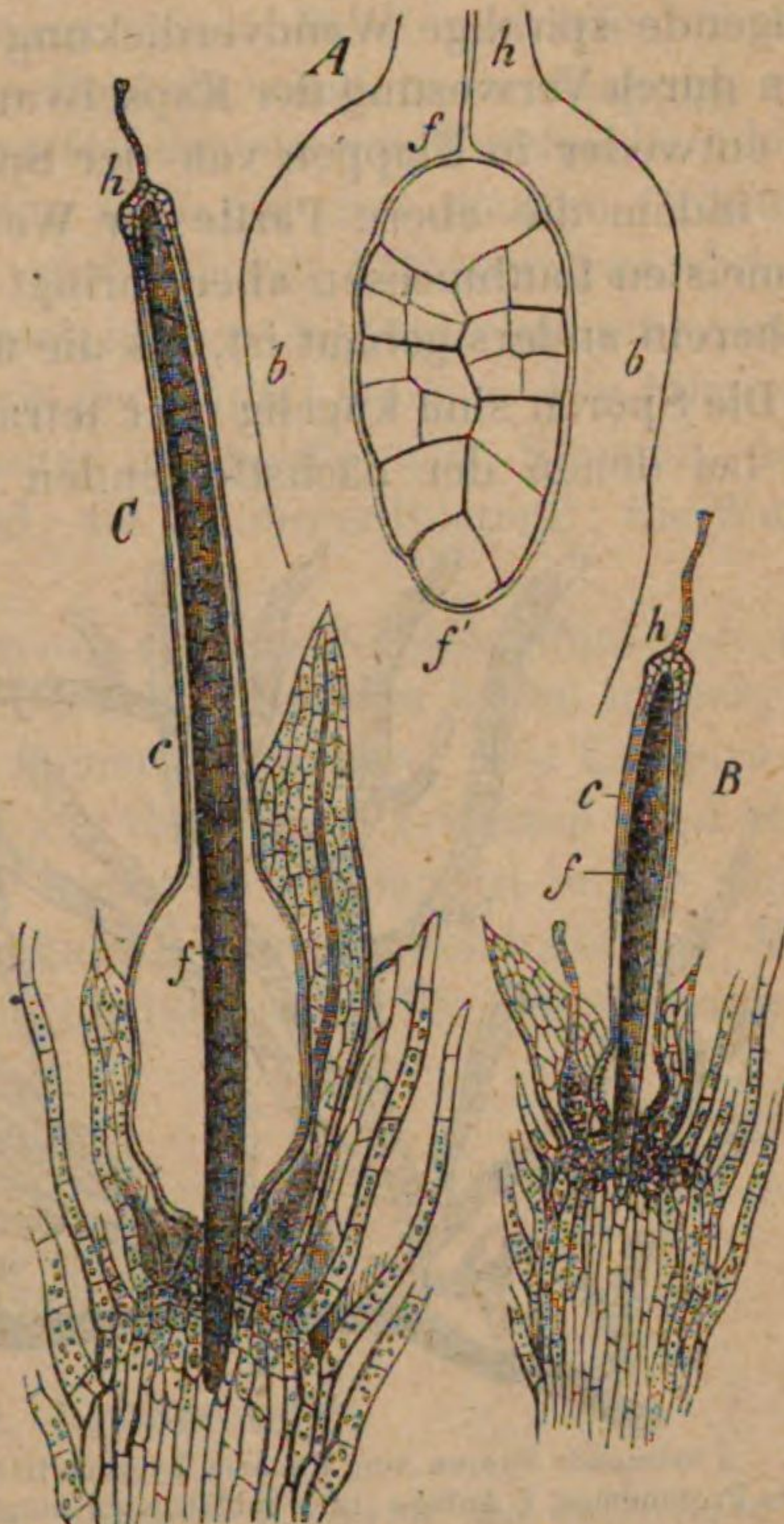


Fig. 78. Entwicklung der Kapsel von *Funaria hygrometrica*. A die Eizelle hat sich im Bauch des Archegoniums (b) in einen Gewebekörper (f) verwandelt (500). B dieser wächst (f) umgeben vom mitwachsenden Archegoniumbauch c, auf dessen Spitze noch der Hals h sitzt; C noch weiter entwickelt (40) (nach Sachs).

keinem organischen Zusammenhange. Die Wandung des Archegoniumbauches, in welchem sich die Eizelle zum Sporogonium entwickelt, wächst noch eine Zeit lang fort und umgibt, Calyptra genannt, das junge Sporogonium (Fig. 78, c, h); später zerreisst sie in nach den Classen verschiedener Weise, so dass ihre Reste entweder an der Basis oder auf der Spitze des Sporogoniums hängen.

Das Sporogonium erhält früher oder später die Form einer mehr oder weniger lang gestielten Kapsel; bestimmte Gewebeschichten derselben erzeugen durch Viertheilung ihrer Zellen die Sporen; bei den Laubmoosen und den Anthoceroteen bleibt in der Mitte der Kapsel eine Gewebemasse, die Columella übrig, welche nicht zur Sporenbildung verbraucht wird. Bei vielen Lebermoosen werden andererseits einzelne Zellen des Sporen bildenden Gewebes nicht zu Sporen, sondern zu Schleuderzellen, Elateren, welche meistens eine nach innen vorspringende spiralige Wandverdickung besitzen. Die Sporen werden nur selten durch Verwesung der Kapselwand frei; meistens springt die Kapsel auf, entweder in Klappen von der Spitze zur Basis, oder unregelmässig, oder indem die obere Partie der Wandung deckelförmig abspringt; bei den meisten Laubmoosen aber springt ein Deckel ab, welcher schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel.

Die Sporen sind kugelig oder tetraedrisch; ihre Membran besteht, wie auch bei denen der nächstfolgenden Gruppe, aus zwei Schichten, einer



Fig. 79. A keimende Sporen von *Funaria hygrometrica*, *w* Wurzelhaar, *s* Exosporium (550). B Theil eines Protonemas, *k* Anlage eines beblätterten Stämmchens mit Wurzelhaar *w* (90) (nach Sachs).

äusseren derberen, dem Exosporium, und einer inneren zarteren, dem Endosporium; bei der Keimung platzt das Exosporium und die vom Endosporium umschlossene Zelle wächst (Fig. 79 A) und theilt sich, wodurch in den meisten Fällen die Bildung des Protonemas, eines Geflechtes von chlorophyllhaltigen Zellreihen oder einer grünen Zellfläche eingeleitet wird, welches nachher bald durch seitliche Sprossung, bald an seinem Scheitel in die Moospflanze übergeht (Fig. 79 B).

Die Verzweigung der Moospflanze ist niemals axillär, sondern die Seitenzweige stehen gewöhnlich neben oder unter den Blättern.

Die Moospflanze besitzt bei sehr vielen Repräsentanten vegetative Vermehrungsorgane, gewöhnlich Brutknospen genannt. Auch ausser

diesen besonderen Organen besitzt sie in hohem Grade die Fähigkeit, sich auf vegetativem Wege auszubreiten durch Verzweigung und Rasenbildung; ja viele der häufigsten und massenhaft auftretenden Formen (z. B. *Hylocomium triquetrum*) erhalten sich vorzugsweise durch derartige Ver-
vielfältigung und gelangen nur selten zur Befruchtung und Erzeugung von Kapseln.

Die Gruppe zerfällt in zwei Classen, welche sich hauptsächlich durch folgende Merkmale unterscheiden.

Classe III. *Hepaticae*, Lebermoose. Die Kapsel öffnet sich nie durch Abspringen eines besonderen Deckels, sondern vierklappig, zweiklappig, unregelmässig, durch Abwerfen der oberen Wandpartie oder gar nicht. Zwischen den Sporen finden sich bei den meisten Ordnungen Elateren, eine Columella kommt nur bei den Anthoceroteen vor. Die Sporen reifen, solange die Kapsel noch in der Calyptra eingeschlossen ist. Letztere bleibt zerrissen an der Basis der Kapsel hängen. Die Pflanze der ersten Generation ist ein Thallus, oder ein beblätterter Stengel, dessen Blätter vollkommen einschichtig sind; sie ist immer bilateral; die Wurzelhaare sind einzellig.

Classe IV. *Musci*, Laubmoose. Die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines besonderen Deckels; Elateren fehlen immer; eine Columella ist (wenigstens anfangs) immer vorhanden. Die Calyptra wird meistens lange vor der Sporenreife von der Kapsel zerrissen und mit in die Höhe gehoben. Die Pflanze der ersten Generation ist immer ein beblätterter Stengel, dessen Blätter häufig einen mehrschichtigen Mittelnerv besitzen; sie ist gewöhnlich nicht bilateral. Die Wurzelhaare sind Zellreihen.

Classe III.

Hepaticae, Lebermoose.

Die Kapsel öffnet sich meist vierklappig; Elateren mit spiraligen Verdickungen sind fast stets vorhanden, aber meist keine Columella; die Calyptra bleibt an der Basis der Kapsel zurück.

Die Pflanze der ersten Generation ist bei einigen dieser Classe angehörigen Formen ein wirklicher blattloser Thallus, bei anderen ein thallusähnlicher, mit kleinen schuppenförmigen Blättern besetzter Stamm; noch andere endlich besitzen einen mit grünen Blättern reich besetzten Stengel; erstere beide werden zusammen als frondose bezeichnet, letztere als foliose. Die frondosen Pflanzen sind ihrer Unterlage dicht angeschmiegt und besitzen dem entsprechend zwei von einander verschiedene Seiten, eine chlorophyllreiche Oberseite, welche meist mit einer deutlichen Epidermis ausgestattet ist, und eine chlorophyllarme Unter-

seite, welche allein Wurzelhaare erzeugt. Auch die foliosen kriechen häufig auf ihrer Unterlage und zeigen entsprechend verschiedene Anordnung und Form der Blätter. Dieselben stehen ursprünglich in drei Reihen; die Reihe der Unterseite fehlt aber entweder ganz oder besteht aus wesentlich kleineren Blättern (den sog. Amphigastrien); auch die Gestalt und Theilung der Blätter der beiden anderen Reihen stehen in inniger Beziehung zum bilateralen Wachsthum. Diejenigen Arten, deren Stämmchen aufrecht zu Rasen angeordnet wachsen, zeigen ebenfalls Bilateralität in verschieden hohem Grade.

Die Classe enthält vier Ordnungen:

Ordnung 1. Riccieae.

Die Archegonien und Antheridien stehen einzeln auf der Oberseite des thallusähnlichen Stammes. Die Kapsel ist kugelig, meist ungestielt, enthält keine Elateren und springt nicht auf.

Riccia fluitans mit schön dichotomisch verzweigtem Stamm, *R. natans* mit breitem lappigem Stamm finden sich zuweilen in Wässern; *R. glauca* und andere Arten auf Aeckern. Der thallusähnliche Stamm trägt unterseits eine Reihe später zerreissender schuppenartiger Blätter.

Ordnung 2. Anthoceroteae.

Der chlorophyllreiche, unregelmässig verzweigte Thallus, in dessen Oberseite die Archegonien eingesenkt sind, kriecht am Boden hin. Die Kapsel (Fig. 80 *K*) ist lang und schmal, schotenförmig und springt von der Spitze an in zwei Längsklappen auf; sie enthält eine Columella und spiralbandlose Elateren.



Fig. 80. *Anthoceros laevis* (nat. Gr.); *K* die Kapseln, theilweise noch ungeöffnet.

Anthoceros laevis (Fig. 80) und *punctatus* finden sich auf lehmigen und sandigen Aeckern, Waldblößen, nicht häufig, aber gewöhnlich in grosser Menge.

Ordnung 3. Marchantieae.

Die Archegonien und Antheridien stehen meist je in Gruppen vereinigt auf besonderen aufrechten, schirm- oder hutförmigen Zweigen (Fig. 84 *A*, *hu*) des thallusähnlichen Stammes, dessen Oberseite mit zahlreichen grossen Spaltöffnungen bedeckt ist. Die Kapsel enthält Elateren, öffnet sich unregelmässig oder vierklappig oder durch Abwerfen des oberen Theils der Wandung.

Marchantia polymorpha, welche sehr gemein an Wegen, Mauern, in Torfgräben ist, — hat einen dicken kriechenden, dichotomisch verzweigten Stamm, der an der Unter-

seite schuppenförmige Blätter und viele Wurzelhaare trägt. Die Antheridien stehen auf der Oberseite schirmartiger Zweige (Fig. 81 A *hu*), die Archegonien auf der Unterseite ähnlicher strahliger Schirme. Ausserdem trägt der Stamm auf seiner Oberseite becherartige Brutknospenbehälter (Fig. 81 B). — Aehnlich sind *Fegatella conica* mit konischem, *Reboulia hemisphaerica* mit halbkugeligem Hut, an Felsen und feuchten Mauern besonders in Gebirgsgegenden.

Ordnung 4. Jungermannieae.

Die Kapsel springt in vier Klappen auf von der Spitze zur Basis; Elateren sind vorhanden.

a. Frondosae. Die Pflanze ist ein flacher Thallus oder ein niederliegender thallusähnlicher Stamm.

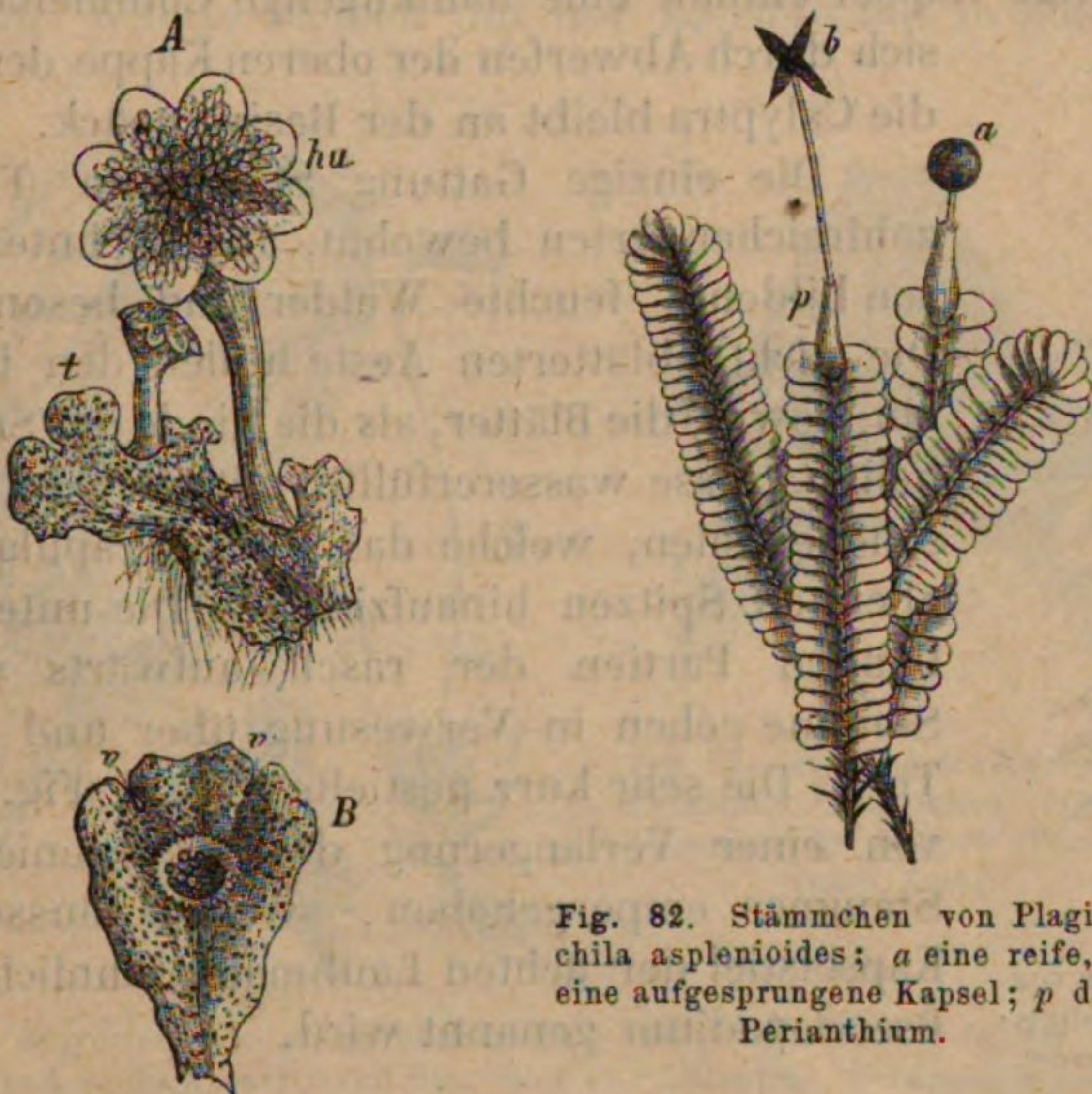


Fig. 82. Stämmchen von *Plagiochila asplenioides*; *a* eine reife, *b* eine aufgesprungene Kapsel; *p* das Perianthium.

Fig. 81. A ein Stammstück von *Marchantia polymorpha* (*t*) mit aufrechtem männlichem (d. h. Antheridien tragendem) Hut (*hu*). B Stammstück mit Brutknospenbehälter, *v v* Scheitel der beiden Gabelsprosse (nach Sachs).

Metzgeria furcata mit schmalem dichotomisch verzweigtem einschichtigem Thallus, der von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen wird, wächst sehr häufig an Baumstämmen, fructificirt aber selten. — *Pellia epiphylla* mit mehrschichtigem breitem Thallus, nicht selten an Quellen, feuchten Felsen u. dgl. — *Aneura pinguis* und andere Arten an ähnlichen Orten. — *Blasia pusilla* mit thallusähnlichem Stamm erzeugt zahlreiche Brutknospen, wächst auf feuchten Aeckern, an Grabenrändern.

b. Foliosae. Die Pflanze ist ein beblätterter Stengel.

Jungermannia bicuspidata und zahlreiche andere Arten sind sehr häufig auf feuchter Erde, an Baumstämmen. — *Plagiochila asplenioides* (Fig 82) nicht selten in Gebirgswäldern. — *Radula complanata*; die dichtbeblätterten Stämmchen kriechen auf Baumstämmen und Aesten, sehr gemein. — *Frullania dilatata* und *Tamarisci* mit zierlich verzweigten, bräunlichen oder purpurnen Stämmchen wachsen ebenfalls auf Baumrinden oder auf dem Boden an feuchten buschigen Orten.

Classe IV.

Musci, Laubmoose.

Die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines besonderen Deckels; Elateren fehlen immer; eine Columella ist immer vorhanden. Die Calyptra wird meist von der Kapsel emporgehoben.

Die Moospflanze ist immer ein beblätterter Stamm, welcher entweder mit seinen Aesten auf dem Boden, an Bäumen hinkriecht, oder dichte Rasen bildet. Bilaterale Ausbildung kommt nicht häufig vor.

Die Classe zerfällt in vier Ordnungen:

Ordnung 1. Sphagnaceae, Torfmoose.

Die kugelige Kapsel enthält eine halbkugelige Columella und öffnet sich durch Abwerfen der oberen Kappe der Wandung; die Calyptra bleibt an der Basis zurück.



Fig. 83. Stämmchen von *Sphagnum acutifolium* (natürl. Gr.) *k* die Kapseln.

Die einzige Gattung *Sphagnum* (Fig. 83) mit zahlreichen Arten bewohnt, ausgedehnte weiche Rasen bildend, feuchte Wälder und besonders Moore. Die dichtbeblätterten Aeste hüllen den Hauptstamm ein; sowohl die Blätter, als die Rinde des Stengels enthalten grosse wassererfüllte, mit offenen Löchern versehene Zellen, welche das Wasser capillar bis in die obersten Spitzen hinaufziehen. Die unteren absterbenden Partien der rasch aufwärts wachsenden Stämme gehen in Verwesung über und bilden den Torf. Die sehr kurz gestielte Kapsel (Fig. 83 *k*) wird von einer Verlängerung des archegonientragenden Stammes emporgehoben, welche äusserlich dem Kapselstiel der ächten Laubmoose ähnlich sieht und Pseudopodium genannt wird.

Ordnung 2. Andreaeaceae.

Die Columella ist säulenförmig, oben frei; die Kapsel öffnet sich in vier Klappen, die an der Spitze und Basis mit einander verbunden bleiben. Die Calyptra wird mützenförmig in die Höhe gehoben.



Fig. 84. *a* *Ephemerum serratum*, Pflanze 3mal vergr.; *b* Ast von *Andreaea nivalis* mit Kapsel *K* (natürl. Gr.)

Die Gattung *Andreaea* (Fig. 84 *b*) mit mehreren Arten bewohnt die Felsen der Alpen und höheren Gebirge. Die gestreckten und verzweigten Stämmchen sind dichtbeblättert.

Ordnung 3. Phascaceae.

Die Kapsel öffnet sich gar nicht; die Columella hängt, wie bei den folgenden, oben und unten mit der Kapselwand zusammen. Die Sporen bilden sich bei *Archidium* aus einer Zelle der Columella; die Calyptra bleibt an der Basis des Sporogoniums sitzen.

Phascum cuspidatum, *Ephemerum serratum* (Fig. 84 a) *Archidium phascoides* sind kleine, einige Millimeter hohe Moose, die auf Aeckern wachsen und im Frühjahr die Kapseln reifen.

Ordnung 4. Bryinae.

Die Columella hängt oben und unten mit der Kapselwand zusammen; sie wird unmittelbar umgeben vom sporenbildenden Gewebe (Fig. 85 s); zwischen diesem und der Wandung findet sich ein grosser mit Luft erfüllter Hohlraum (Fig. 85 h), der von querverlaufenden chlorophyllhaltigen Zellfäden durchzogen wird. Die Kapsel öffnet sich durch Abwerfen eines Deckels, der schon von vorneherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel. Bestimmte Zellschichten des inneren Deckelgewebes oder nur deren verdickte Wände bleiben mit der Kapselwand in Zusammenhang

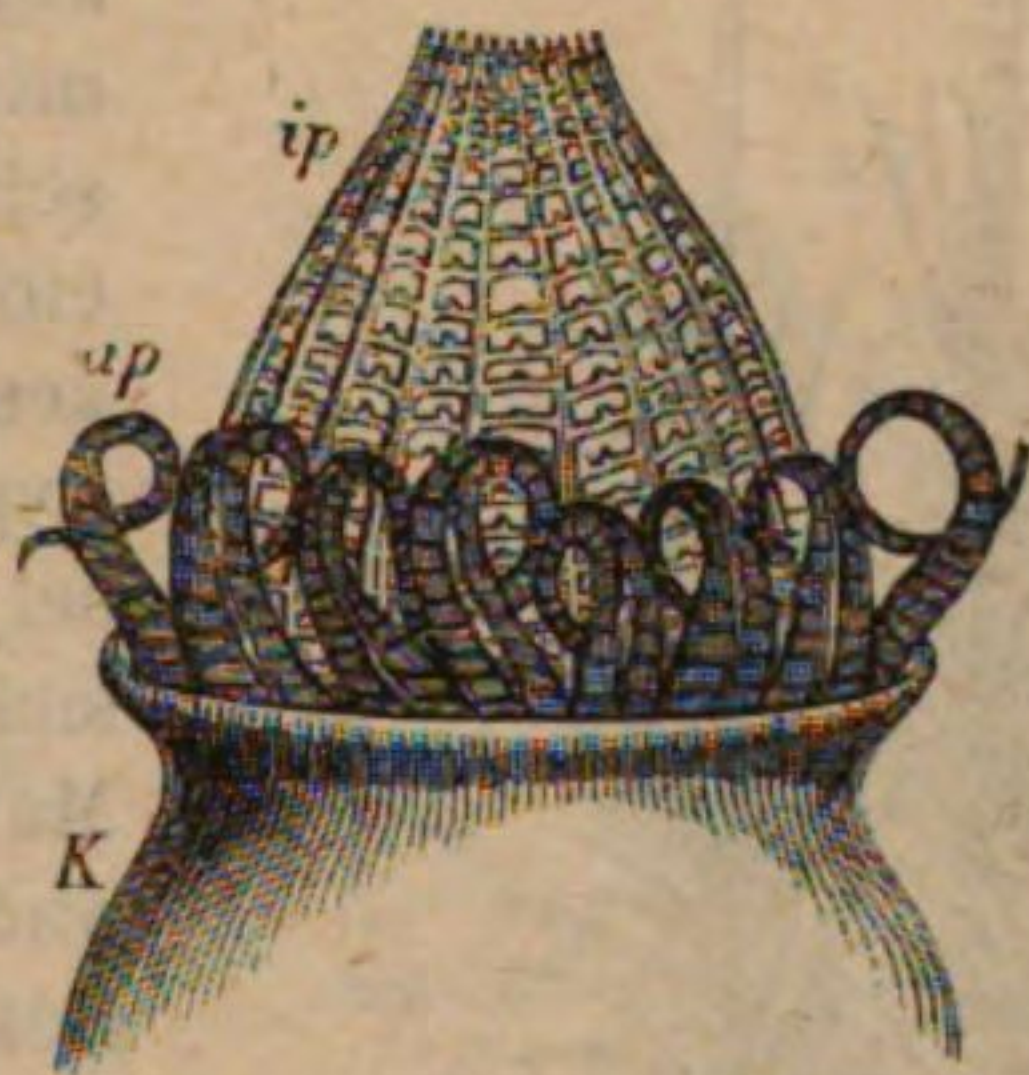
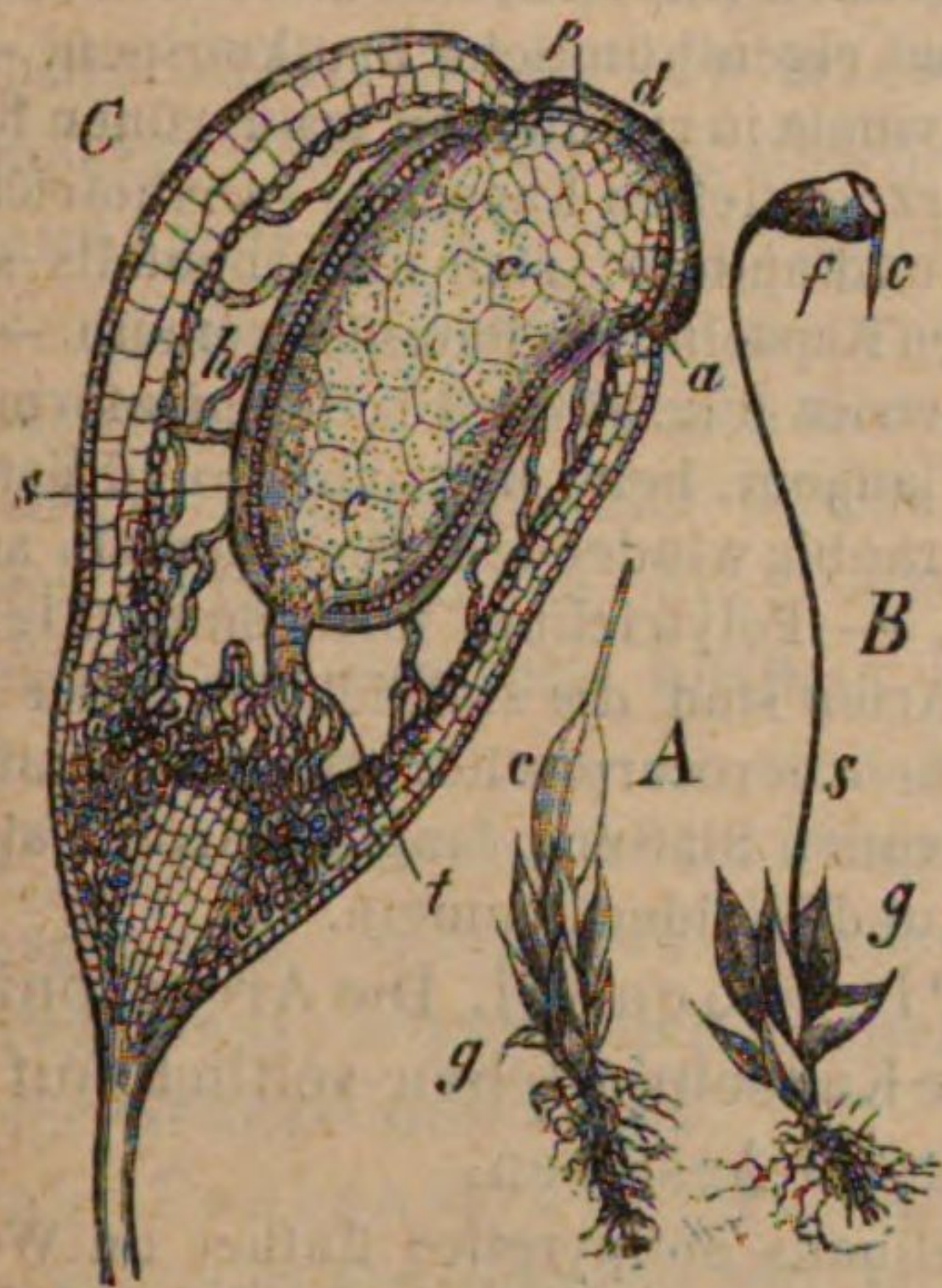


Fig. 86. Mündung der Kapsel von *Fontinalis antipyretica* (50), *ap* äusseres, *ip* inneres Peristom (nach Sachs).

Fig. 85. *Funaria hygrometrica*; A ein Stämmchen *g* mit junger Frucht in der Calyptra *c* eingeschlossen. B mit fast reifer Kapsel *f* auf dem Stiel *s*; *c* Calyptra. C Längsdurchschnittene Kapsel; *c* Columella, *d* Deckel, *s* sporenbildende Schicht, *h* Luftraum, *p* Peristom (nach Sachs).

und bilden das für die Gattungen charakteristische Peristom (Mundbesatz). Dasselbe besteht bei *Tetraphis* aus vier derben Zähnen, für die das ganze innere Deckelgewebe verwendet wird; bei den meisten sind es 8, 16, 32, selbst 64 Zähne, welche aus verdickten Zellenwänden bestehen, häufig in zwei Reihen hintereinander (Fig. 86) von zwei verschiedenen Zellschichten herkommend. Nur bei wenigen Gattungen (z. B. *Gymnostomum* u. a.) fehlt es vollständig. Die Calyptra wird von der Kapsel mit emporgehoben und als Mütze getragen. Die Kapsel ist meist langgestreckt.

Die einen Gattungen tragen die weiblichen Blüten und somit später die Kapseln an der Spitze der Stengel, die anderen auf kurzen Seitenästchen; wenn dieses Verhältniss auch kein wichtiges systematisches Merkmal ist, so erhält man durch dessen Berücksichtigung doch eine

Uebersicht der zusammengehörigen Formen; man theilt so die Bryinen ein in:

a) *Acrocarpi*. Archegonien am Ende der Stengel; die Kapseln erscheinen oft seitenständig, weil Seitenäste sich später entwickeln und das Ende des Hauptstengels zur Seite drängen.

Dicranum scoparium mit sichelförmigen Blättern, gemein in Wäldern. — *Leucobryum glaucum* mit mehrschichtigen Blättern, die in ihrem Bau an *Sphagnum*

erinnern, in Kieferwäldern und Mooren. — *Ceratodon purpureus* mit rothem Fruchtsiel und kurzen rasigen Stengeln, sehr gemein an den verschiedensten Standorten. — *Barbula muralis* in Rasen an Mauern, Felsen; die Mittelrippe der Blätter geht in ein langes Haar aus, wodurch die Rasen grau erscheinen. — *Tetraphis pellucida* mit freudiggrünen Blättern, auf morschen Baumstrünken, trägt eigenthümliche Brutknospen. — *Grimmia pulvinata* in rundlichen graugrünen Rasen, mit sehr kurz gestielten Kapseln. — *Orthotrichum speciosum* und andere Arten mit ebenfalls sehr kurz gestielten Kapseln; an Bäumen gemein. — *Funaria hygrometrica* (Fig. 85) mit schiefbirnförmiger Kapsel, auf langem, beim Befeuchten und Vertrocknen sich schraubig windendem Stiel, gemein an Wegen, Mauern. — *Polytrichum formosum* (Fig. 87) und andere Arten sind die stattlichsten unter den einheimischen acrocarpischen Moosen, mit grossen dunkelgrünen Blättern, langbehaarter Calyptra, in Mooren und Wäldern gemein.

b) *Pleurocarpi*. Die Archegonien (und später die Kapseln) stehen seitlich auf besonderen kurzen Aestchen.

Fontinalis antipyretica fluthet im Wasser. — *Neckera crispa* mit flach seitlich abstehenden Blättern, an Felsen. — *Thuidium abietinum* und andere Arten mit regelmässig fiederförmig verzweigtem Stengel und sehr kleinen, dicht anliegenden Blättern, in Wäldern. — *Leucodon sciuroides* sehr gemein an Baumstämmen. — *Brachythecium rutabulum* gemein in Wäldern. — *Eurhynchium praelongum* mit langen kriechenden Stengeln, in Wäldern, feuchten Gärten.

— *Hypnum cupressiforme* an Baumstämmen sehr gemein; *H. cuspidatum* und *giganteum* in Sümpfen, Gräben. — *Hylocomium triquetrum*, gewöhnlich zu Kränzen u. dgl. verwendet und *H. splendens* mit sehr regelmässiger Verzweigung, beide sehr häufig in Wäldern.



Fig. 87. Zwei Stengel von *Polytrichum formosum* (natürl. Gr.)
k die Kapsel, s der Kapselstiel,
c Calyptra.

Dritte Gruppe.

Die Gefässkryptogamen.

Auch in dieser Gruppe findet ein Generationswechsel zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Generation statt; das Verhältniss der Entwicklung aber, welche hier die beiden Generationen erreichen, ist gerade umgekehrt, wie bei den Muscineen. Hier ist die aus der Spore erwachsende, Sexualorgane erzeugende Pflanze klein, hinfällig, Prothallium genannt, welches nach Bildung der Sexualorgane und eingetretener Befruchtung zu Grunde geht; die aus der befruchteten Eizelle erwachsende Pflanze hingegen ist in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt geschlossene Fibrovasalstränge und ächte Wurzeln, dauert gewöhnlich viele Jahre hindurch aus und erzeugt in gesetzmässiger Wiederholung die Sporen, und kann sich selbst auf vegetativem Wege vervielfältigen. Durch diese morphologischen und anatomischen Merkmale treten diese Pflanzen bereits in das Gebiet der Gefässpflanzen ein; einzelne Ordnungen nehmen die höchste Stelle unter den Kryptogamen in der Weise ein, dass sie, mit der Abtheilung der Gymnospermen unter den Phaërogammen verglichen, bereits den Uebergang zu dieser Gruppe darstellen.

Das Prothallium (Fig. 88) ist bei den meisten Ordnungen ein Thallus, welcher aus der Spore hervorwächst, dieselbe an Grösse um das Vielfache übertrifft und ausser Wurzelhaaren an bestimmten Stellen die Antheridien (Fig. 88 *an*) und Archegonien (Fig. 88 *ar*) trägt.

Die Antheridien (Fig. 89) ragen hier entweder als halbkugelige oder etwas cylindrische Gewebekörper über die Prothalliumoberfläche vor oder sind in dessen Gewebe eingesenkt. Sie bestehen aus einer einschichtigen Wandung und den Mutterzellen der Spermatozoiden, welche letztere schraubig gewundene, vorne gewöhnlich zahlreiche Cilien tragende Fäden sind (Fig. 89 *s*).

Die Archegonien (Fig. 90) sind im Allgemeinen ähnlich gebaut, wie bei den Muscineen, bestehen nämlich aus einem Bauchtheil, welcher aber in das umgebende Gewebe eingesenkt und mit diesem verwachsen ist, und einem kurzen Hals, durch welchen zwei später verschleimende Kanalzellen hindurchgehen zur Eizelle.

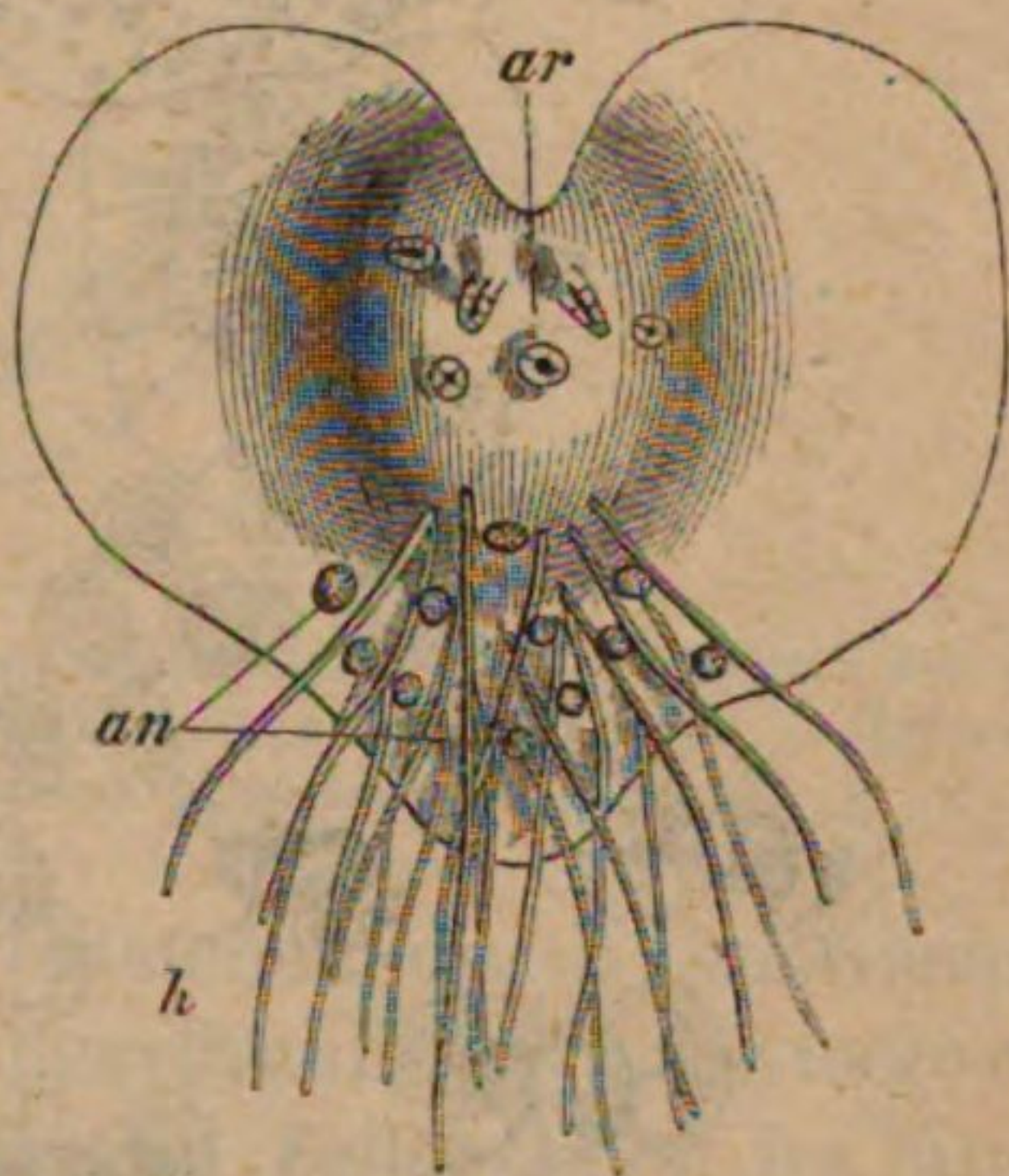


Fig. 88. Prothallium eines Farnkrauts von der Unterseite (10mal vergr.) *ar* Archegonien, *an* Antheridien, *h* Wurzelhaare.

Einige Ordnungen jedoch, nämlich die Rhizocarpeen, Selaginellen und Isoeteen weichen im Bau des Prothalliums erheblich ab; sie bringen nämlich zweierlei Sporen hervor, grössere, **Makrosporen**, und kleinere, **Mikrosporen**.

Die Makrospore erzeugt ein weibliches Prothallium (Fig. 91), welches in der Spore selbst gebildet und nur wenig an deren Scheitel entblösst wird; an dieser entblösten Stelle trägt es ein oder wenige Archegonien (Fig. 91 a).

Die Mikrospore erzeugt nur andeutungsweise ein männliches Prothallium, indem sofort oder nach wenigen Zelltheilungen die Spermatozoiden aus ihr hervorgehen.

Der aus der befruchteten Eizelle entstehende Embryo wächst bei



Fig. 89. Antheridium von *Adiantum Capillus Veneris* (550); die Spermatozoiden (s) treten eben aus; b eine Blase, welche dem Spermatozoid anfänglich anhängt (nach Sachs).

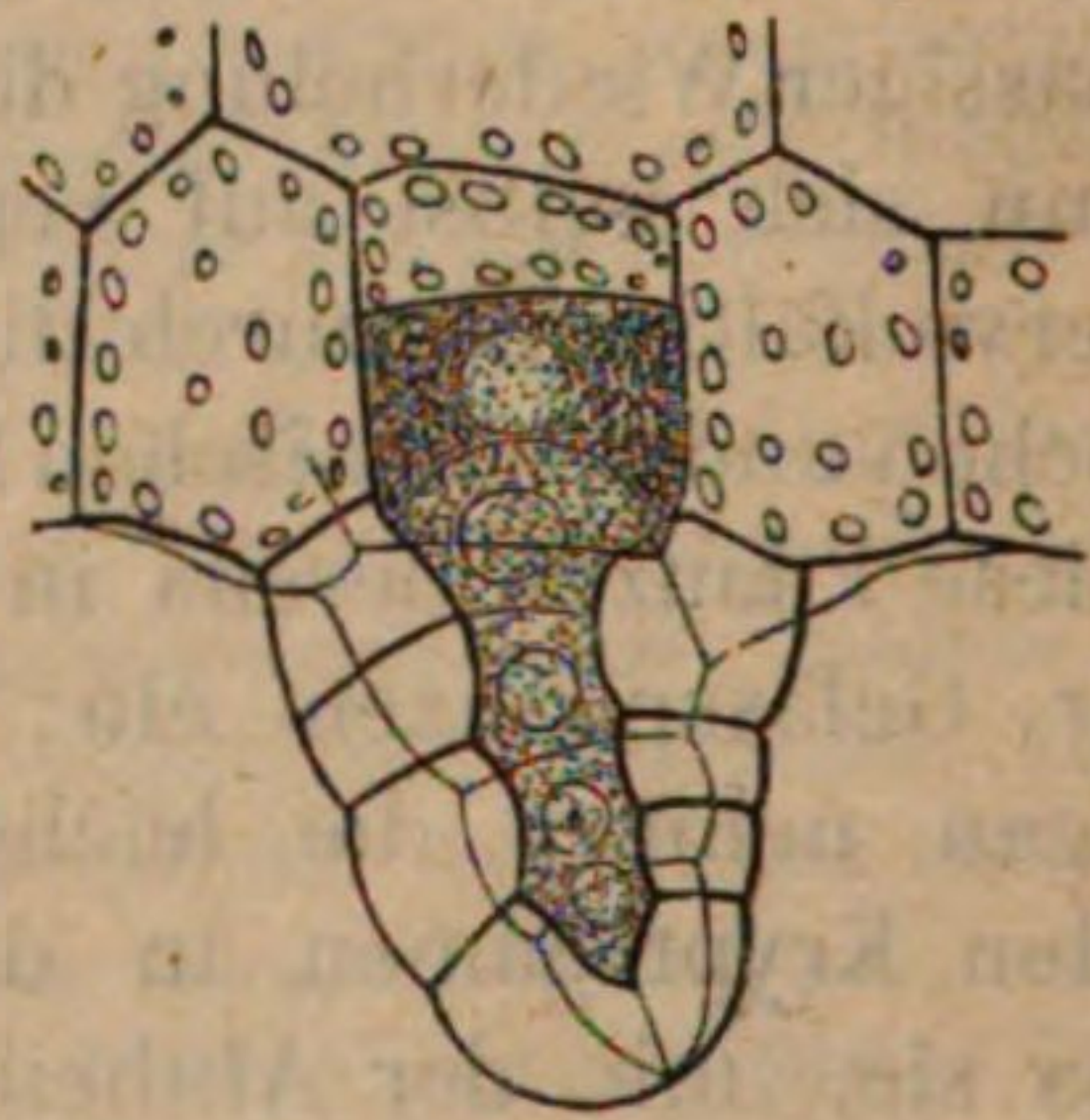


Fig. 90. Archegonium von *Pteris serrulata*, stark vergrössert, von aussen gesehen (nach Sachs).

allen Ordnungen sofort ohne Unterbrechung zu einer starken Pflanze heran, welche später Sporen bildet.

Die Sporen entstehen in nicht sehr grosser Anzahl in den Sporangien durch Viertheilung deren innerer Zellen; wo zweierlei Sporen vorkommen, sind sie schon in verschiedene Sporangien, Makrosporangien und Mikrosporangien vertheilt. Die Sporangien sind im Verhältniss zur ganzen Pflanze klein und stehen entweder auf der freien Oberfläche wirklicher Blätter, oder eingeschlossen in Blätter, welche zu eigenthümlichen Kapseln, Früchte genannt, umgewandelt sind, oder sind nur Zellgruppen im Innern des Blattgewebes, welche sich bisweilen nachträglich herauswölben.

Die Gruppe der Gefässkryptogamen zerfällt in vier Classen und diese meist wiederum in mehrere Ordnungen:

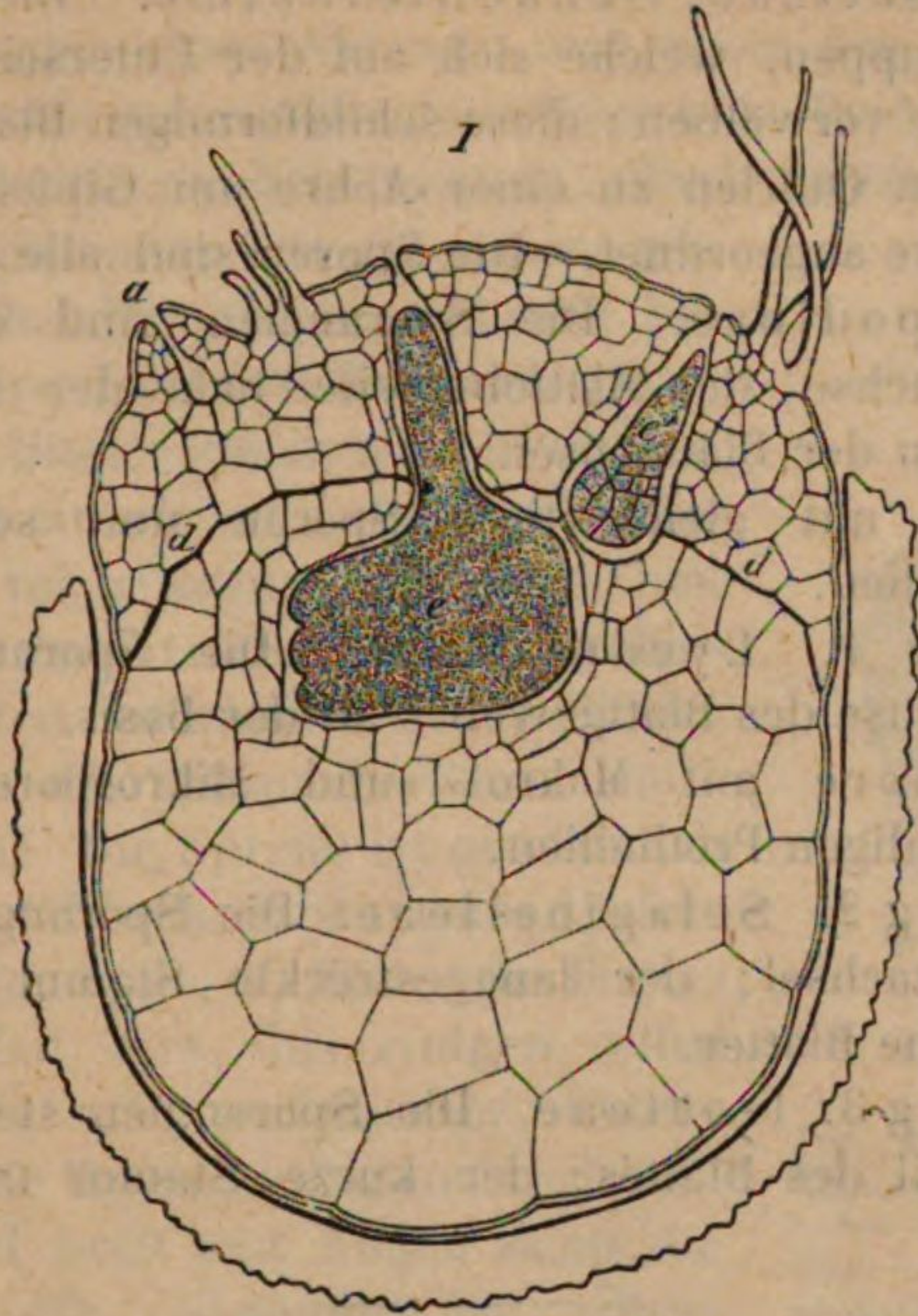


Fig. 91. Gekeimte Makrospore von *Selaginella Martensii*; das vorragende Gewebe oberhalb der starken Contour ist das Prothallium mit einem unbefruchteten Archegonium *a* und zwei Embryonen *e* und *e'*. Der Sporenraum ist ausgefüllt mit Endosperm (s. unten) (nach *Sachs*).

Classe V. Filicinae. Die Sporangien entstehen durch Auswachsen und weitere Theilung je einer oberflächlichen oder mehrerer Zellen der Blattunterseite oder sind Zellgruppen im Innern des Blattgewebes.

a. Isospore mit gleichartigen Sporen und grossen Prothallien.

Ordnung 1. Filices, Farne. Die Sporangien stehen auf der freien Oberfläche gewöhnlicher oder nur wenig modificirter Blätter; keine Stipulae.

Ordnung 2. Marattiaceae. Die Sporangien entstehen aus Zellgruppen des Blattgewebes und ragen, unter sich frei oder verwachsen, auf kurzen Stielen oder Polstern vor. Stipulae.

Ordnung 3. Ophioglosseae. Die Sporangien sind Zellgruppen im Innern der Blattsegmente eingeschlossen. Stipulae.

b. Heterospore mit Makro- und Mikrosporen und kleinen, zum grössten Theil in der Spore bleibenden Prothallien.

Ordnung 4. Rhizocarpeae, Wurzelfarne. Die Sporangien sind in umgewandelte Blatttheile, Früchte, eingeschlossen.

Classe VI. Equisetinae, Schachtelhalme. Die Sporangien sind Zellgruppen, welche sich auf der Unterseite schildförmiger Blätter vorwölben; diese schildförmigen Blätter sind in zahlreichen Quirlen zu einer Aehre am Gipfel der fruchtbaren Sprosse angeordnet. Die Sporen sind alle gleich.

Classe VII. Lycopodinae. Die Sporangien sind einzeln stehende Auswüchse der Blattoberseite nahe der Basis des Blattes oder in der Blattachsel.

a. Isospore mit gleichartigen Sporen und selbständigen Prothallien.

Ordnung 1. Lycopodieae. Die Sporangien sind Auswüchse des Blattgewebes an der Basis.

b. Heterospore mit Makro- und Mikrosporen und unselbständigen Prothallien.

Ordnung 2. Selaginelleae. Die Sporangien stehen in der Blattachsel; der langgestreckte Stamm trägt zahlreiche kleine Blätter.

Ordnung 3. Isoëteae. Die Sporangien stehen am unteren Theil des Blattes; der kurze Stamm trägt lange Blätter.

Classe V.

Filicinae.

Die Sporangien sind entweder gestielte Kapseln, entstanden aus je einer oberflächlichen oder mehreren Zellen des Blattgewebes an der Unterseite, zahlreich in Gruppen, Sori, zusammengestellt, deren jede zuweilen von einer Hülle oder deckenden Lamelle, dem Indusium, eingehüllt wird, oder sie sind Zellgruppen im Innern des Blattgewebes.

Ordnung 1. Filices, Farne.

Die Sporangien stehen auf der freien Oberfläche gewöhnlicher oder nur wenig veränderter Blätter, entstanden aus oberflächlichen Zellen. Keine Stipulae. Die Sporen sind alle gleich und erzeugen grosse Prothallien.

Das oberirdische, chlorophyllreiche Prothallium (Fig. 92 p u. Fig. 88) entsteht aus der Spore anfänglich in Form eines Zellenfadens, wird aber später häufig zu einer breiten flachen, am vorderen Ende herzförmig ausgeschnittenen Fläche, welche mit Ausnahme der die Archegonien tragenden Region immer einschichtig bleibt. An solchen herzförmigen Prothallien liegt diese Region nahe dem vorderen Rande hinter dem Ausschnitte (Fig. 88 ar). Die Antheridien stehen theils am Rande, theils am hinteren Ende zwischen den Wurzelhaaren der Unterseite (Fig. 88 an) und ragen als halbkugelige Gewebekörper vor.

Der Stamm der Farnpflanze ist meist ein kräftiges unterirdisches schräges oder wagerechtes Rhizom; nur unter den Tropen finden sich baumartige Farne mit hohen aufrechten Stämmen. Im Allgemeinen herrscht keine grosse Neigung zur Verzweigung; die langgezogenen, mit vereinzelt Blättern besetzten Stengel verzweigen sich zuweilen scheinbar axillär, während bei anderen die Knospen aus den Blattstielen entspringen. — Die Blätter stehen einzeln entlang am Stamme oder einzeln an dessen Ende oder bilden dort eine reiche Krone; der ältere Theil des Stammes ist im letzteren Falle gewöhnlich mit den Resten der abgestorbenen Blätter bedeckt, welche die Stammoberfläche vollständig einhüllen. Die Spreite ist gewöhnlich reich verzweigt und im Knospenzustand spirallig nach vorne eingerollt; die Spitze des Blattes wächst lange Zeit fort, bei einigen selbst viele Jahre lang mit periodischer Unterbrechung. — Die Haare sind manchmal auffallend gross und breit und hüllen dann die jungen Blätter oft vollständig ein; diese breiten Haare werden Spreuschuppen genannt. — Die Wurzeln entspringen nicht selten aus den Blattstielen, besonders wo diese die Stammoberfläche dicht bedecken, z. B. bei *Aspidium Filix mas*.

Die Sori, auch Fruchthaufen genannt, stehen mit seltenen Ausnahmen auf der Unterseite der Blätter, bei den Hymenophyllaceen an deren Rand; manchmal sind die fruchttragenden Blätter oder Blatttheile in Form und Ausbildung verschieden von den unfruchtbaren (z. B. *Osmunda*). Die Sori bedecken bisweilen dichtgedrängt die ganze Unterseite des Blattes; meist aber erscheinen sie als einzelne rundliche oder längliche linienförmige Häufchen, deren Anordnung in gesetzmässiger Beziehung zum Verlaufe der Blattnerven steht (Fig. 93). Häufig ist der Sorus von einem zarten Häutchen bedeckt (Schleierchen oder Indusium Fig. 93 *i* genannt), welches entweder aus der Epidermis oder aus dem Blattgewebe (dann als unächttes Indusium bezeichnet) entspringt; bisweilen ist er auch vom umgeschlagenen Rand des Blattes eingehüllt; fehlen alle diese Bedeckungen, so heisst der Sorus nackt. Zwischen den Sporangien enthalten die Sori öfters noch Haare, *Paraphysen* genannt.

Das Sporangium ist eine gestielte, seltener sitzende Kapsel mit

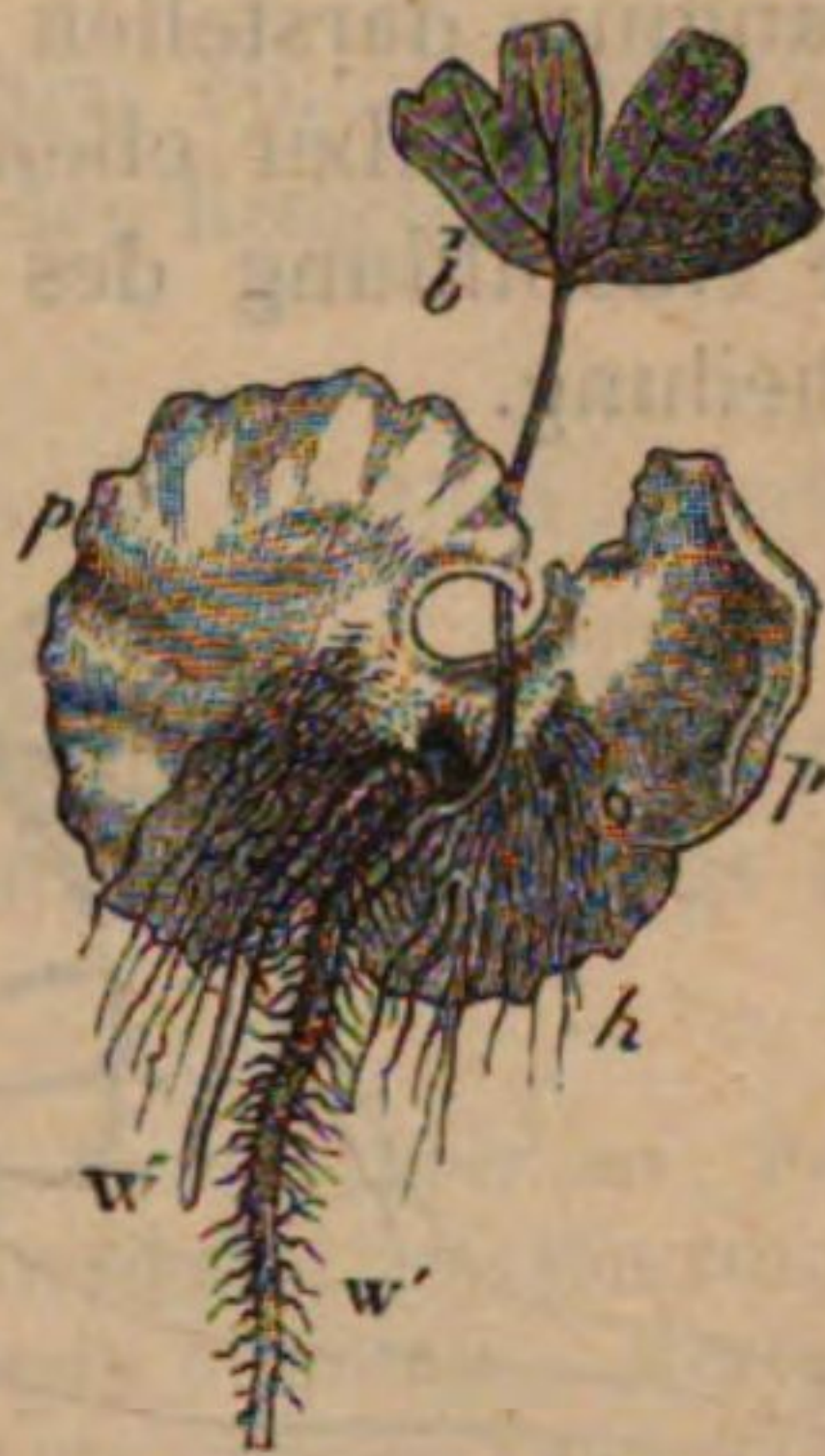


Fig. 92. Prothallium (*p*) von *Adiantum Capillus Veneris* von unten gesehen; daran die aus einer befruchteten Eizelle erwachsene Pflanze mit Blatt (*b*) und Wurzeln (*w' w''*); *h* Wurzelhaare des Prothalliums (etwa dreimal vergr.) (nach Sachs).



Fig. 93. Fiederblättchen von *Aspidium filix mas*, von unten gesehen; *i* das den Sorus bedeckende Indusium (nach Sachs).

einschichtiger Wandung (Fig. 94); die Sporen entstehen alle durch wiederholte Theilungen einer einzigen, das Centrum des jungen Sporangiums einnehmenden Zelle (Fig. 94 B). Das Aufspringen des Sporangiums wird durch eigenthümlich ausgebildete Zellen der Wandung bewirkt, welche bald einen vollständigen oder unvollständigen Ring um das Sporangium darstellen (Fig. 94 C r), bald auch in anderer Weise gruppirt sind, dann aber ebenfalls noch den Namen Ring (annulus) führen. Diese Ausbildung des Ringes ist von Wichtigkeit für die systematische Eintheilung.

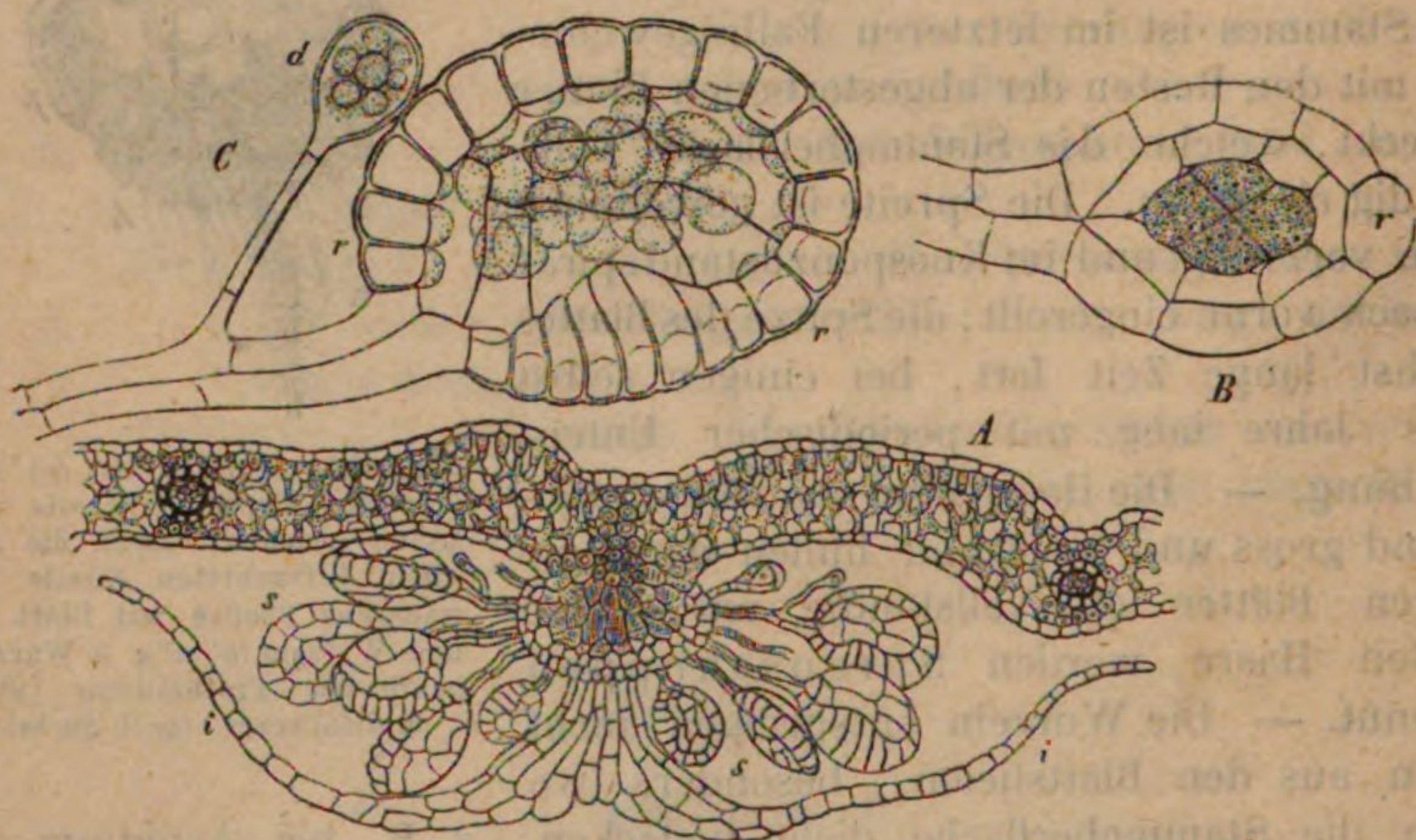


Fig. 94. *Aspidium Filix mas.* A Blatt mit einem Sorus durchschnitten; s die Sporangien; i das Indusium; B junges Sporangium; die Centralzelle hat sich in vier Zellen getheilt. C reifes Sporangium; r der Ring, d Drüsenhaar (nach Sachs).

Die Ordnung der Farne wird in sechs Familien eingetheilt:

Fam. 1. *Hymenophyllaceae*. Der Ring des Sporangiums ist quer oder schief, vollständig; es springt der Länge nach auf. Kleine Pflänzchen mit zartem Stengel, einschichtigen Blättern, oft ohne ächte Wurzeln, welche wie Moose an Felsen und Bäumen wachsen.

Hymenophyllum tunbridgense und *Trichomanes speciosum* kommen auch in England vor; die übrigen wohnen in den antarktischen Gegenden.

Fam. 2. *Gleicheniaceae* mit quer verlaufendem vollständigem Ring und längs aufspringendem Sporangium.

Gleichenia kommt in den Tropen, besonders in der Südsee vor.

Fam. 3. *Schizaeaceae*; der Ring ist vollständig, kappenförmig; die Sporangien springen der Länge nach auf.

Bei Arten von *Lygodium* ist der ganze oberirdisch sichtbare Theil blos ein fiederig zusammengesetztes Blatt, dessen Mittelrippe an hohen Stengeln u. dgl. windet. Sie bewohnen die Tropengegenden Asiens und Amerikas.

Fam. 4. *Osmundaceae*. Die Sporangien besitzen an Stelle des Ringes auf der einen Seite eine eigenthümliche Zellgruppe unter dem

Scheitel und springen auf der gegenüberliegenden Seite der Länge nach auf.

Osmunda regalis kommt auch in Deutschland vor; die obersten Fiederblättchen einzelner Blätter tragen die Sporangien und sind derartig umgeformt, dass sie kein Grundgewebe besitzen, sondern die Sporangien auf den Nerven tragen.

Fam. 5. *Cyatheaaceae*. Die Sporangien haben einen vollständig geschlossenen, etwas schief der Länge nach verlaufenden Ring und springen der Quere nach auf.

Hieher gehören die Baumfarne, z. B. *Alsophila excelsa* in Brasilien, *Cyathea arborea* in Australien u. a.

Fam. 6. *Polypodiaceae*; der gerade der Länge nach verlaufende Ring ist an der Basis nicht geschlossen; das Sporangium springt der Quere nach auf.

Dieser Familie gehören fast alle unsere einheimischen Farnkräuter an: *Polypodium vulgare*, Engelsüss, mit einfach fiedertheiligen Blättern und grossen runden nackten Sori; der Stamm ist langgestreckt, dünn. — *Pteris aquilina*, Adlerfarn; der Stamm kriecht tief in der Erde und treibt jährlich nur ein grosses vielfach zertheiltes Blatt, welches die Sori unter dem zurückgeschlagenen Rand trägt. — *Asplenium Ruta muraria* mit linienförmigen Sori, die vom seitlich daneben entspringenden Indusium bedeckt werden, sehr gemein an Mauern, Felsen. — *Asplenium Trichomanes* an ähnlichen Orten mit gefiederten Blättern und glänzend schwarzer Spindel. — *Scolopendrium vulgare*, Hirschzunge, mit ungetheilten Blättern und linealischen Sori, in Gebirgswäldern. — *Aspidium Filix mas*, Wurmfarne; der Stamm ist kurz und dicht mit Blattresten bedeckt; die Sori sind rund mit nierenförmigem Indusium; der Wurzelstock ist officinell.

Ordnung 2. *Marattiaceae*.

Die Sporangien entstehen aus Zellgruppen des Blattgewebes und stehen unter sich frei in Gruppen (Sori) oder verwachsen zu Synangien auf kurzen Stielen oder Polstern auf der Blattunterseite. Stipulae.

Die *Marattiaceen* sind grosse, den Farnkräutern ähnliche Pflanzen mit zuweilen riesigen, verzweigten Blättern, und starken mächtigen Nebenblättern.

Marattia, *Kaulfussia*, *Angiopteris*, *Danaea* kommen in den Tropenregionen vor.

Ordnung 3. *Ophioglosseae*.

Die Sporangien sind Zellgruppen, welche im Innern des Blattgewebes eingeschlossen bleiben. Stipulae. Die Sporen sind alle gleich, Prothallien gross.

Das Prothallium ist ein unterirdischer Gewebekörper, auf welchem die Archegonien und eingesenkt die Antheridien stehen. Der Stamm der

sporenbildenden Pflanze bleibt immer kurz und unterirdisch, er trägt immer nur ein oder wenige entwickelte oberirdische Blätter; die in den nächsten Jahren zur Entfaltung gelangenden Blätter findet man von der scheidigen Basis des ausgewachsenen Blattes und den Nebenblättern umschlossen am unterirdischen Stammende. Die fruchtbaren Blätter tragen Auszweigungen (Fig. 95 *f*), in deren Gewebe die Sporangien eingeschlossen sind.



Fig. 95. *Botrychium Lunaria*, (nat. Gr.).
st Stamm, *w* Wurzeln; *bs* Blattscheide; *b* steriler, *f* fruchtbarer Theil des Blattes, bei *x* sich abzweigend (nach Sachs).

Ophioglossum vulgatum, eine ziemlich seltene, auch in Deutschland vorkommende Pflanze, treibt jährlich ein zungenförmiges gestieltes Blatt; die fruchtbare Auszweigung ist ährenförmig und enthält zwei alternirende Längsreihen von Sporangien. — Bei *Botrychium Lunaria* (Fig. 95), welches in Gebirgsgegenden häufig ist; ist das Blatt fiedertheilig und die fruchtbare Auszweigung rispenförmig.

Ordnung 4. Rhizocarpeae, Wurzelfarne.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporangien enthalten je eine Makrospore, die Mikrosporangien zahlreiche Mikrosporen; die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore hervor. Die Sporangien sind in umgewandelte Blatttheile, Früchte eingeschlossen.

Fam. 1. *Salviniaceae* mit der einzigen Gattung *Salvinia*. Das männliche Prothallium ist ein aus der Mikrospore hervorstwachsender Schlauch, an dessen vorderem Ende zwei Zellen, das rudimentäre Antheridium, gebildet werden; in diesen entstehen die Spermatozoiden; das weibliche Prothallium bildet sich, wie auch bei der folgenden Familie, innerhalb der Makrospore und tritt erst bei weiterer Ausbildung etwas daraus hervor.

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze schwimmt auf der Oberfläche des Wassers und trägt auf der oberen Seite vier Reihen grüne flach ausgebreitete Luftblätter, auf der unteren zwei Reihen fein zertheilter Wasserblätter. Wurzeln fehlen vollständig. Die Sori stehen an den Wasserblättern; jeder einzelne Sorus, von einem dicken Indusium umschlossen, stellt eine kugelige Frucht dar von etwa 5 Millimeter Durchmesser; die

einen dieser Sori enthalten blos Makrosporangien, die anderen blos Mikrosporangien (Fig. 96).

Salvinia natans kommt stellenweise häufig in Deutschland vor.

Fam. 2. *Marsiliaceae* mit zwei Gattungen *Marsilia* und *Pilularia*. Die Bildung des männlichen Prothalliums unterbleibt vollständig, indem der gesammte Inhalt der Mikrospore ohne weitere Vorbereitungen in eine Anzahl die Spermatozoiden erzeugender kleiner Zellen zerfällt.

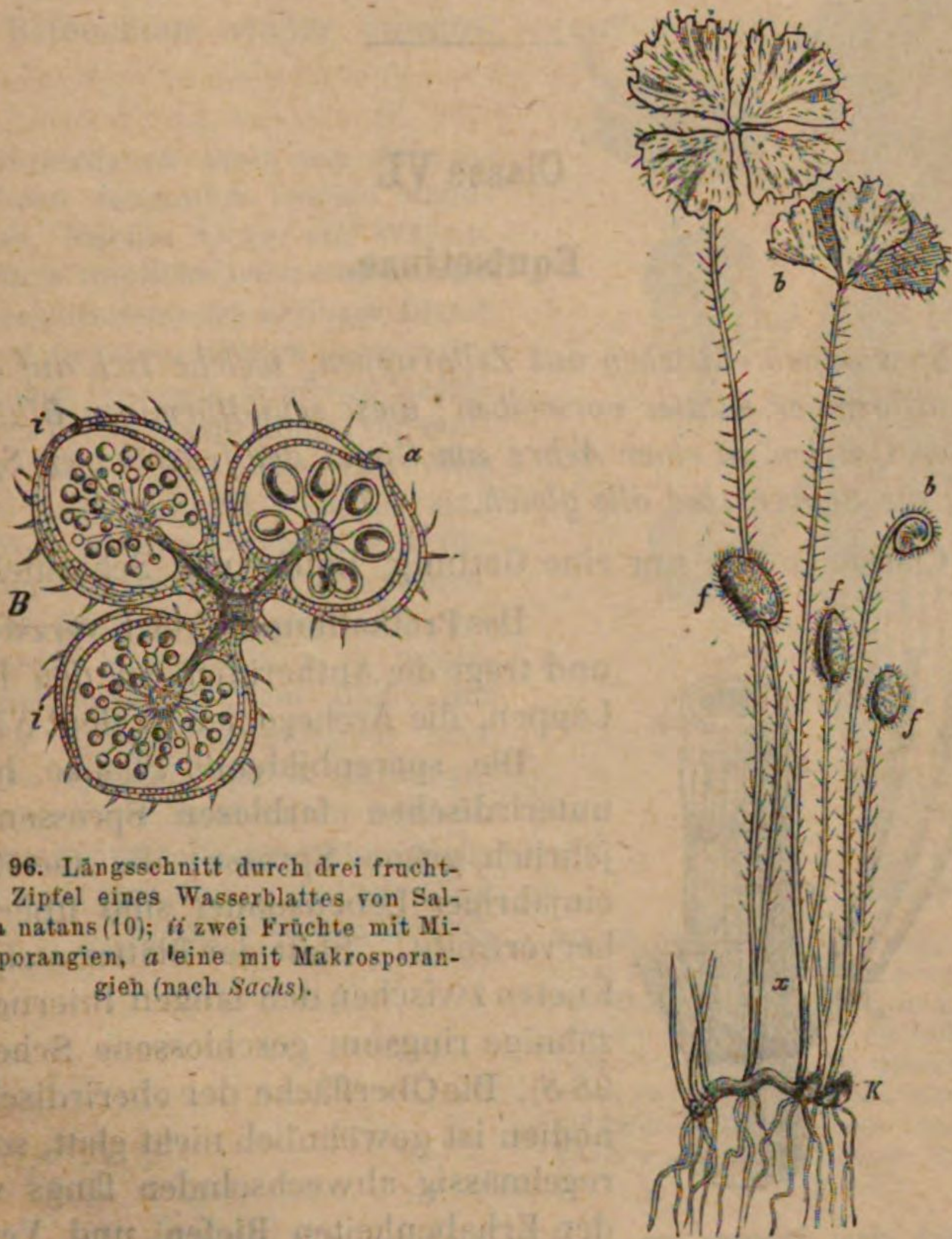


Fig. 96. Längsschnitt durch drei fruchtbare Zipfel eines Wasserblattes von *Salvinia natans* (10); *i* zwei Früchte mit Mikrosporangien, *a* eine mit Makrosporangien (nach Sachs).



Fig. 97. *Marsilia salvatrix* ($\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse), *k* Stammende, *b* Blätter, *f* die Früchte, bei *x* aus den Blattstielen entspringend (nach Sachs).

Der Stamm von *Marsilia* (Fig. 97) kriecht auf dem Grunde des Wassers und trägt oberseits zwei Reihen langgestielter Blätter mit viertheiliger Spreite. Die Unterseite des Stammes bildet nur Wurzeln. Die fruchtbaren Blätter sind über ihrer Basis verzweigt, der eine Zweig gleicht den sterilen Blättern völlig; der andere aber stellt eine bohnenähnliche Frucht vor (Fig. 97 *f*), in deren Innerem mehrere Sori von dünnen Indusien umschlossen enthalten sind. Diese Frucht besteht ähnlich, wie die der

Phanerogamen aus einem zusammengeschlagenen Blatt, die Sporangien entstehen aus einzelnen oberflächlichen Zellen der Innenfläche der Fruchtwand. In jedem Sorus stehen sowohl Makro- als Mikrosporangien.

Marsilia quadrifolia kommt hie und da bei uns vor, zahlreiche andere, sehr ähnliche Arten in wärmeren Klimaten.

Pilularia globulifera, mit schmalen spreitenlosen Blättern hat im Uebrigen viel Aehnlichkeit mit Marsilia.

Classe VI.

Equisetinae.

Die Sporangien entstehen aus Zellgruppen, welche sich auf der Unterseite schildförmiger Blätter vorwölben; diese schildförmigen Blätter sind in zahlreichen Quirlen zu einer Aehre am Gipfel der fruchtbaren Sprosse angeordnet; die Sporen sind alle gleich.

Die Classe enthält nur eine Gattung, Equisetum, Schachtelhalm.

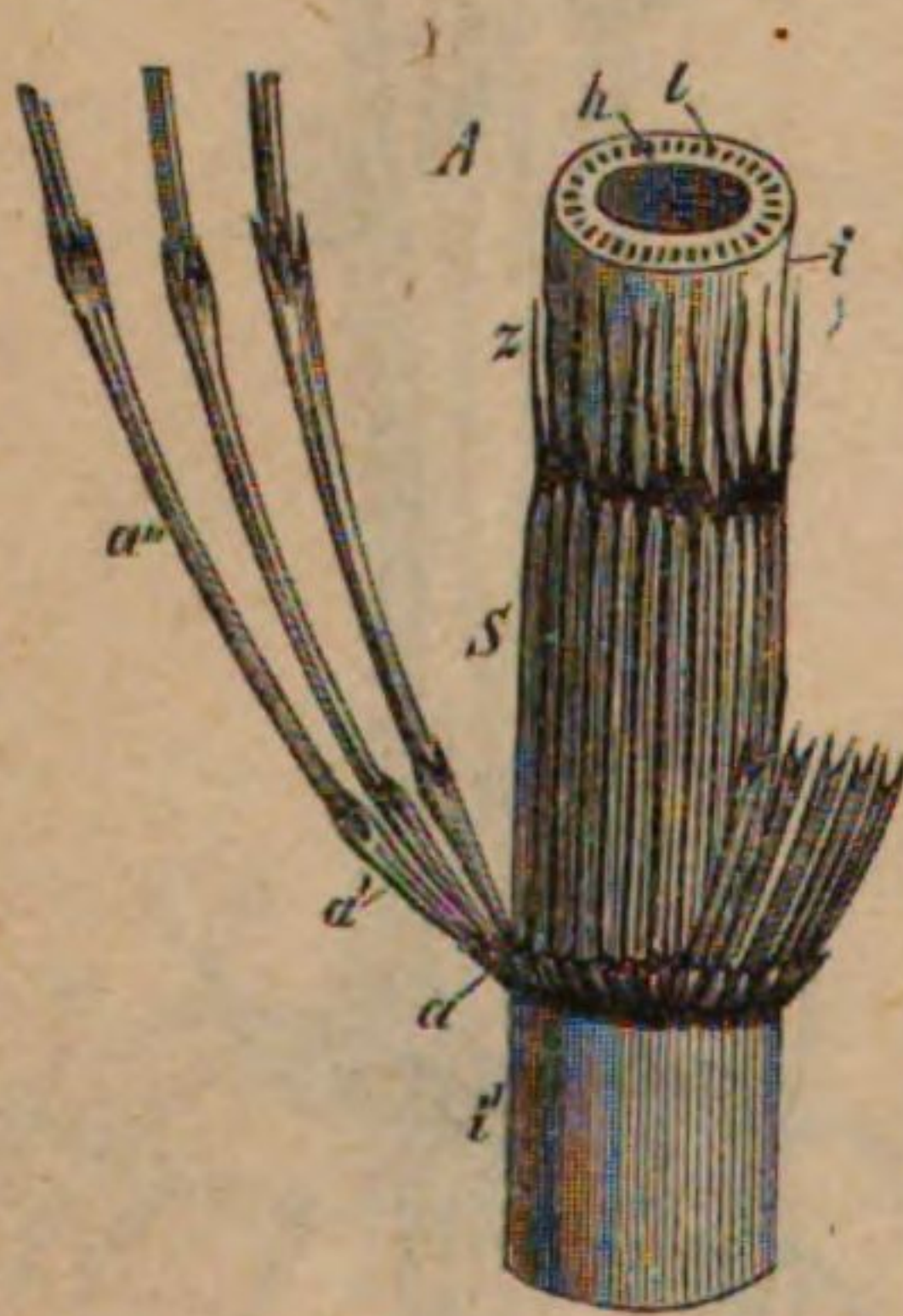


Fig. 98. Stück eines Sprosses von Equisetum Telmateia (natürl. Gr.) *i i'* Internodien, *h* deren centrale Höhlung, *l* Höhlungen im Rindengewebe, *S* Blattscheide, *z* deren Zähne. *a a' a''* die unteren Internodien von Seitenzweigen (nach Sachs).

Das Prothallium ist reich verzweigt, kraus und trägt die Antheridien an den Enden der Lappen, die Archegonien in den Winkeln.

Die sporenbildende Pflanze besteht aus unterirdischen farblosen Sprossen, welche jährlich grüne Sprosse, die meist von nur einjähriger Lebensdauer sind über die Erde hervortreibt. Statt der Blätter stehen an den Knoten zwischen den langen Internodien vielzählige ringsum geschlossene Scheiden (Fig. 98 S). Die Oberfläche der oberirdischen Internodien ist gewöhnlich nicht glatt, sondern mit regelmässig abwechselnden längs verlaufenden Erhabenheiten (Riefen) und Vertiefungen (Rillen) ausgestattet; jede Riefe entspricht dem Zahn einer Scheide. Die Aeste entspringen an der Basis der Scheide zwischen den Zähnen aus endogenen Knospen und sind dem Hauptspross gleich gebaut.

Die fruchtbaren Sprosse endigen mit einer Gipfelähre der zu sporangientragenden Schildern umgewandelten Blätter. Die letzte Blattscheide unter dieser Aehre ist verkürzt und heisst Ring (annulus) (Fig. 99 Aa). Die Schilder stehen in zahlreichen Quirlen, sind gestielt und tragen nach

innen gekehrt die Sporangien in Form von Säcken, die sich durch Risse nach innen öffnen (Fig. 99 *sg*). Die Sporen bilden eine doppelte Membran; die äussere, welche mit der inneren nur an einem Punkte zusammenhängt wird durch schraubenlinig verlaufende Risse in zwei Schraubenbänder aufgeschlitzt, welche sich beim Austrocknen kreuzförmig auseinander schlagen, beim Befeuchten wieder zusammenrollen.

Die verschiedenen Arten von Equisetum bewohnen sämtlich feuchte Standorte, Sümpfe, feuchte Aecker und Wälder. Während einige tropische Arten eine enorme Höhe (mit verhältnissmässig geringer Dicke) erreichen und die vorweltlichen Formen riesige Dimensionen besaßen, erreichen unsere einheimischen höchstens die Höhe von einigen Fussen bei einer Dicke von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll. Bei *E. arvense* und *Telmateia* sind die fruchtbaren Sprosse, welche im Frühjahr vor den grünen sterilen erscheinen, chlorophylllos und unverzweigt; *E. palustre*, *limosum*, *hiemale* u. s. w. tragen die Sporangienähren auf dem Gipfel der gewöhnlichen grünen, verzweigten oder unverzweigten Sprosse; bei *E. silvaticum* endlich erzeugen die fruchtbaren Sprosse, welche bis zur Sporenreife den chlorophylllosen von *arvense* ganz ähnlich sind, nachher grüne Seitenzweige, wodurch sie den sterilen fast gleich werden.

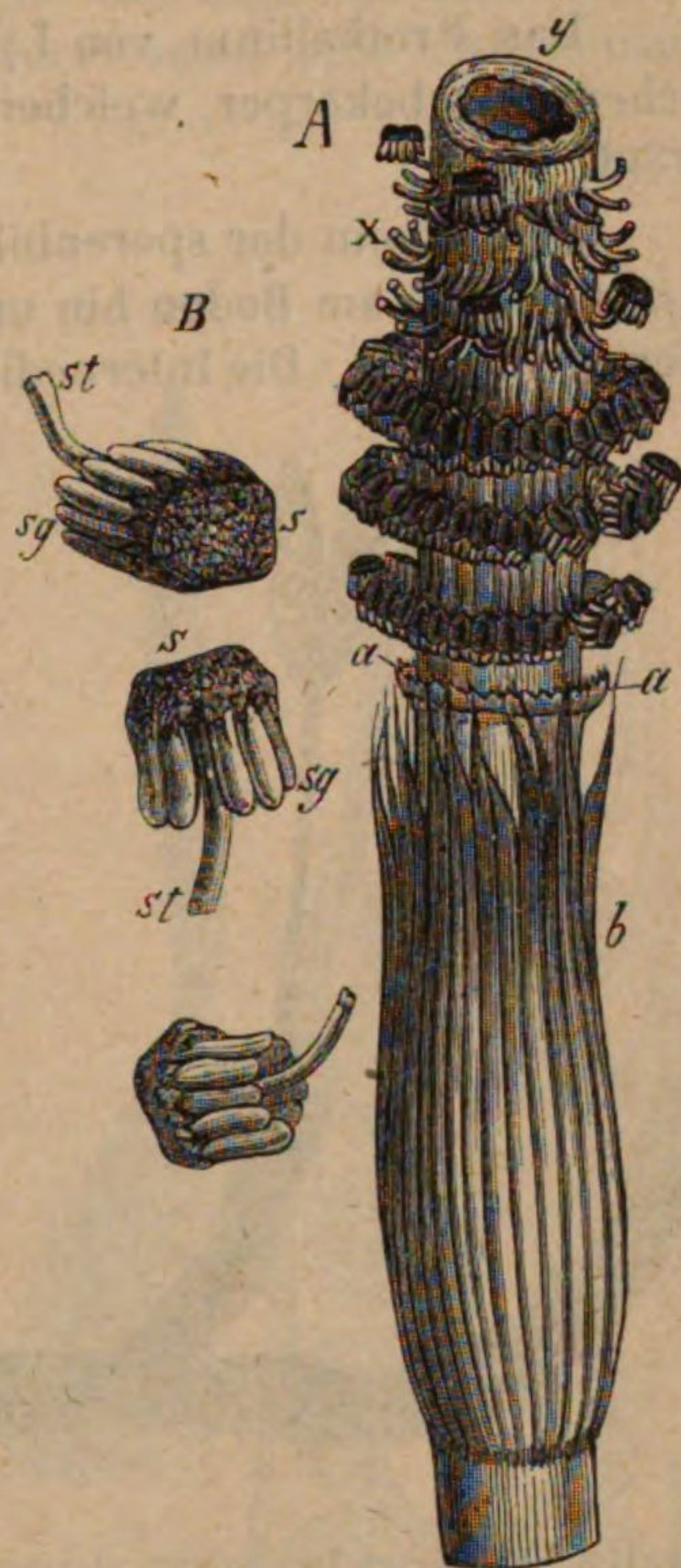


Fig. 99. *Equisetum Telmateia*, A Stück eines fruchtbaren Sprosses mit dem unteren Theil der Aehre (nat. Gr.); b Blattscheide, a der Ring, x die Stiele abgeschnittener Schilder, y Querschnitt der Axenspindel. B abgelöste Schilder (wenig vergr.) in verschiedenen Lagen, st der Stiel, s der Schild, sg die Sporangien (nach Sachs).

Classe VII.

Lycopodinae.

Die Sporangien sind einzelnstehende Auswüchse der Blattoberseite nahe der Basis des Blattes oder in der Blattachsel.

Ordnung 1. Lycopodieae.

Die Sporen sind alle gleichartig, die Prothallien gross, selbständig. Die Sporangien sind Auswüchse der Blattbasis und stehen in der Blattachsel.

Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche, verhältnissmässig kurze Blätter.

Das Prothallium von Lycopodium ist ein umfangreicher unterirdischer Gewebekörper, welcher Archegonien und eingesenkt die Antheridien trägt.

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze wächst stark in die Länge, kriecht meist am Boden hin und verzweigt sich dichotomisch in verschiedenen Ebenen. Die Internodien sind kurz, die Blätter stehen dicht gedrängt in zerstreut spiraliger oder decussirter Anordnung. Die Wurzeln sind dichotomisch verzweigt.



Fig. 100. Stück von Lycopodium clavatum, etwas verkleinert, s die Fruchtfähren.

Die Sporangien entstehen im Gewebe der Oberseite der fruchtbaren Blätter und wölben sich nach ausen. Die fruchtbaren Blätter sind bei einigen Arten (z. B. L. Selago) den sterilen ganz gleichgestaltet, bei den anderen davon verschieden, nicht grün und bilden dann auch eigene Fruchtfähren, welche bei L. clavatum auf besonderen kurzbeblätterten Stielen stehen (Fig. 100 s).

L. clavatum und anotinum sind die in unseren Wäldern am häufigsten Arten; die Sporen der ersteren Art werden in grosser Menge gesammelt und stellen ein schwefelgelbes Pulver vor.

Die ausländischen Gattungen Tmesipteris, Phylloglossum und Psilotum (welches keine ächten Wurzeln besitzt) sind im Habitus von Lycopodium ziemlich verschieden, jedoch noch nicht vollständig bekannt.

Ordnung 2. Selaginelleae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen sind zu je viere in einem Makrosporangium, die Mikrosporen zahlreich im Mikrosporangium enthalten; beiderlei Sporangien stehen in der Blattachsel. Die Prothallien sind klein und ragen aus der Spore nur wenig vor. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche kurze Blätter.

Die Gattung Selaginella hat äusserlich einige Aehnlichkeit mit den Lycopodien; der Stengel verzweigt sich dichotomisch immer in einer Ebene und bildet öfters complicirte Verzweigungssysteme; er kriecht bei einigen Arten am Boden hin, bei anderen ist er aufrecht, selbst

strauchartig. Die Internodien sind kurz und tragen kurze, oft rundliche Blätter, welche meist in vier Reihen stehen und auf den beiden Seiten des Stammes verschiedene Form haben. An der Basis des Blattes steht eine kleine häutige Ligula. Die Wurzeln verzweigen sich dichotomisch in sich kreuzenden Ebenen.

Die Sporangien stehen einzeln in der Achsel der fruchtbaren Blätter, welche bisweilen in der Form etwas von den sterilen verschieden sind. Die Mikrosporangien stehen gewöhnlich weiter oben am Spross als die Makrosporangien. Letztere enthalten je vier Makrosporen, indem von den zahlreichen Mutterzellen nur eine sich theilt in vier Tochterzellen, welche zu den Makrosporen heranwachsen (Fig 101 B).

In der Makrospore bildet sich schon während der Reife unter dem Scheitel das Prothallium, welches später nach der Aussaat aus dem an den drei Kanten aufreissenden Scheitel hervorragt und hier ein oder mehrere Archegonien trägt; der übrige Raum der Spore wird dann von einem Gewebe ausgefüllt, das man als Endosperm (s. unten p. 126) bezeichnen kann (s. Fig. 94).

In der Mikrospore wird das Prothallium angedeutet, indem eine sich weiter nicht verändernde Zelle abgeschieden wird, während in der andern durch wiederholte Theilungen die Mutterzellen der Spermatozoiden gebildet werden.

Selaginella helvetica mit kriechendem bilateralem Stengel wächst in Gebirgsgegenden häufig an Mauern, auf der Erde. — *S. Kraussiana* wird häufig cultivirt. — *S. spinulosa* mit mehrreihig beblättertem Stengel kommt ebenfalls in Gebirgen vor und hat ganz das Aussehen eines kleinen *Lycopodium*.

Ordnung 3. Isoëteae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen finden sich zahlreich in den Makrosporangien. Beiderlei Sporangien stehen an der Oberseite der Blätter nahe an deren Basis. Die Prothallien sind klein und ragen nur



Fig. 101. *Selaginella inaequalifolia*: A fertiler Zweig, zweimal vergrößert, oben sporangientragend. B derselbe im Längsschnitt, stärker vergrößert, links Mikro-, rechts Makrosporangien (nach Sachs).

wenig aus der Spore vor. Der Stamm bleibt kurz und trägt zahlreiche lange Blätter.

Die Gattung *Isoëtes* enthält Wasserpflanzen, welche am Grunde von Seen u. dgl. leben. Der Stamm ist kurz; an zwei oder drei Längslinien desselben bilden sich durch Vermehrung des Rindengewebes weit hervorstehende Flügel, zwischen welchen die Wurzeln hervorbrechen. Die zahlreichen Blätter haben eine entwickelte Scheide, von welcher die lange schmale Spreite durch eine Grube getrennt ist. Am Rande dieser Grube steht eine Ligula.

Die Sporangien sind in eine Vertiefung der Blattscheide eingesenkt; die Makrosporangien finden sich an den äusseren, die Mikrosporangien an den inneren Blättern. Beiderlei Sporangien werden von Zellfäden zwischen den Sporen durchzogen.

Die Entwicklung der Prothallien ist ähnlich wie bei *Selaginella*.

Isoetes lacustris und andere Arten kommen in kalkarmen Seen auch in Deutschland vor.

Vierte Gruppe.

Die Phanerogamen.

Das hervorragendste Merkmal dieser Gruppe ist die Bildung von Samen, welche durch die Befruchtung auf der Pflanze selbst gebildet und im Zustande der Reife abgeworfen werden. Der Same enthält dann innerhalb der Samenschale den Embryo, d. h. die junge Pflanze, an der meist schon Stamm, Blätter und Wurzeln bis zu einem gewissen Grade ausgebildet sind und welcher sich nach einer Zeit der Ruhe bei der Keimung zu einem dem ursprünglichen gleichartigen Individuum weiter entwickelt. Ausserdem enthält der Same gewöhnlich noch ein Gewebe, das Endosperm, welches jedoch bei einer Anzahl von Ordnungen schon vor der Samenreife wieder aufgezehrt wird, bei wenigen überhaupt gar nicht zur Entwicklung kommt.

Die Sexualorgane, durch deren Zusammenwirken das Product der Befruchtung, der Same, gebildet wird, sind Bestandtheile der Blüthe, nämlich einerseits die Staubgefässe, bestehend aus einem stielartigen Träger und den daran befestigten Pollensäcken, in welchen die männlichen Zellen, die Pollenkörner (der Blüthenstaub Fig. 102 p) gebildet werden; andererseits die Samenknospen (Fig. 102 S) d. h. die jungen Samenanlagen, in welchen die Eizelle (Fig. 102 E) enthalten ist. Die Samenknospen sind bei der grösseren Abtheilung, den Angiospermen, eingeschlossen in den Fruchtknoten (Fig. 102 F), ein von verwachsenen Blättern, den Fruchtblättern (Carpellen), gebildetes Gehäuse,

welches späterhin zur Frucht wird und dann die reifen Samen in sich einschliesst. Bei den Gymnospermen dagegen stehen die Samenknospen entweder neben oder auf den einzelnen offenen Fruchtblättern, oder diese letzteren sind überhaupt gar nicht vorhanden.

In den Pollensäcken werden durch Viertheilung der Mutterzellen die Pollenkörner gebildet; das Pollenkorn ist bei der grösseren Abtheilung, den Angiospermen, einzellig; die Membran besteht aus zwei Schichten einer äusseren derberen, oft mit zierlichen Verdickungen versehenen, der Exine, und einer inneren zarteren, der Intine; die von der letzteren Haut umschlossene Zelle wächst zum Zweck der Befruchtung unter Durchbrechung der Exine zum Pollenschlauch aus. Bei den Gymnospermen besteht das Korn aus mehreren, gemeinschaftlich von der Exine umschlossenen Zellen.

Die Samenknospe besteht aus drei Theilen:

1. einem Stiel, Funiculus, Nabelstrang genannt, mit welchem sie befestigt ist (Fig. 103 *f*).

2. einer oder zwei Hüllen, Integumenten, (Fig. 103 *ai*, *ii*), welche am vorderen Ende nicht vollständig geschlossen sind, sondern einen kurzen Gang, die Mikropyle (Fig. 103 *m*) frei lassen.

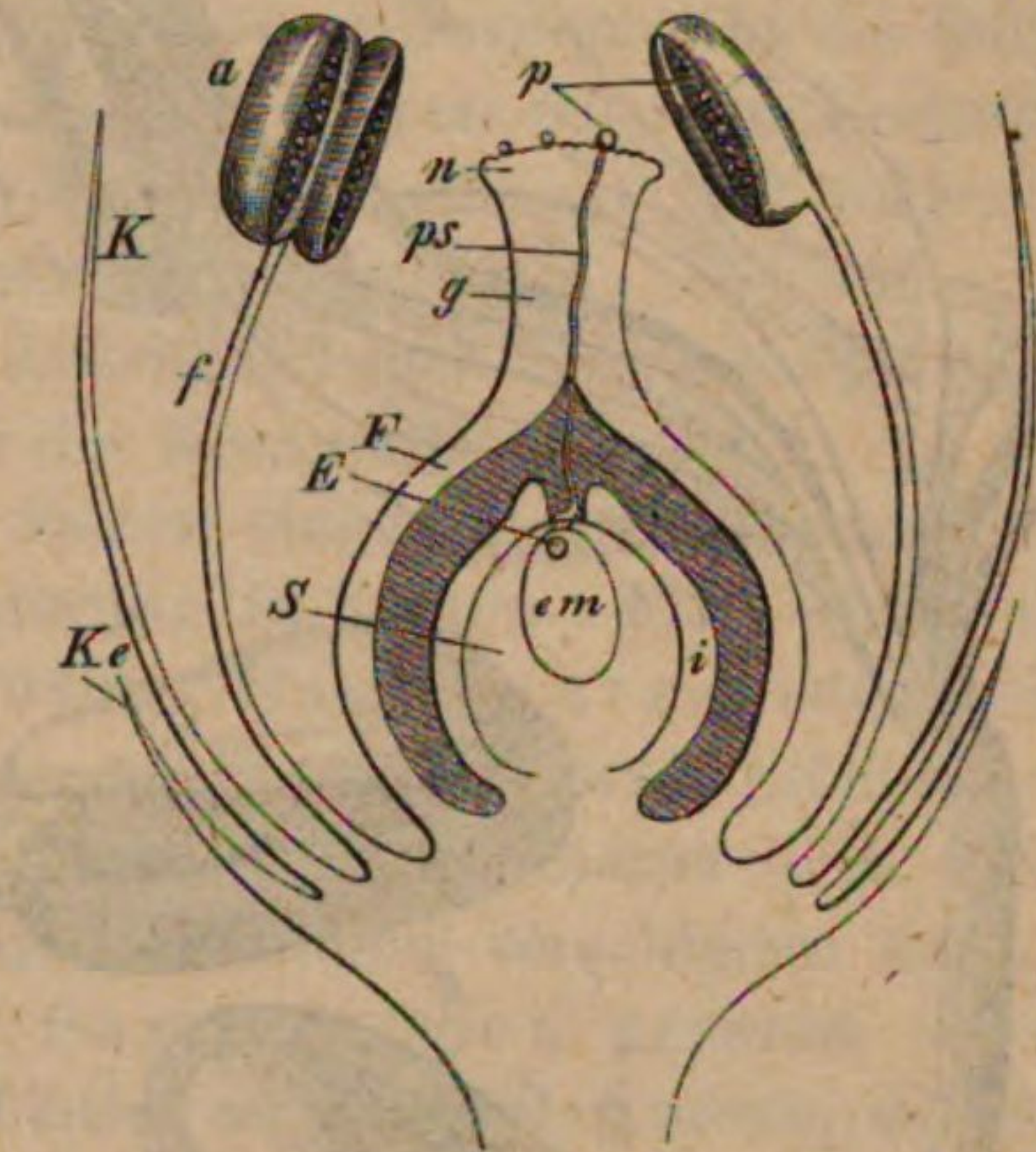


Fig. 102. Schema einer Blüthe; *Ke* Kelch, *K* Krone, *f* Filament, *a* Anthere mit je zwei Pollensäcken, welche sich geöffnet haben und die Pollenkörner (*p*) entlassen. Diese gelangen auf die Narbe *n*, und treiben den Pollenschlauch *ps* durch den Griffel *g* in die Höhlung des Fruchtknotens *F*, zur Samenknospe *S*; *i* deren Integument, *em* der Embryosack; *E* die Eizelle.

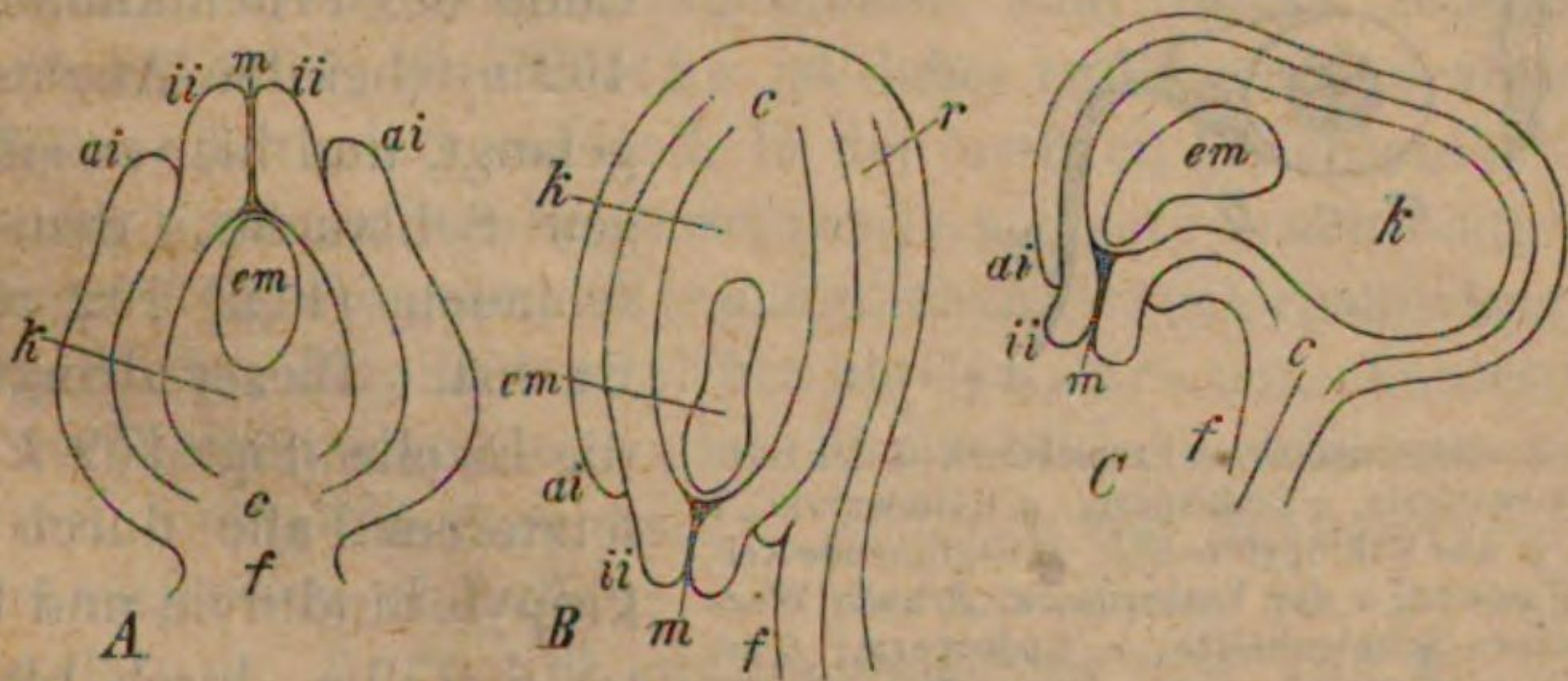


Fig. 103. Samenknospen, schematisch; *A* gerade, *B* anatrop, *C* campylotrop; *f* Funiculus; *ai* äusseres, *ii* inneres Integument, *m* Mikropyle, *k* Knospenkern, *em* Embryosack, *r* Rhaphe.

3. dem Kern oder Knospenkern (nucleus Fig. 103 *k*).

Nach der gegenseitigen Lage und Gestalt dieser drei Theile unterscheidet man:

a) gerade (atrope, orthotrope) Samenknospen (Fig. 103 *A*),

wenn der Knospenkern gerade in der Verlängerung des meist kurzen Funiculus liegt;

b) anatrophe (umgewendete) (Fig. 103 B), wenn der Kern

samt den Hüllen von seiner Basis an umgewendet und die Hülle mit dem Funiculus der Länge nach an der sog. Nath (Rhaphe) verwachsen ist;

c) campylotrope (gekrümmte) (Fig. 103 C), wenn der Kern samt den Hüllen selbst gekrümmt ist.

Eine Zelle des Kerns vergrößert sich sehr stark und wird zum Embryosack (em), in welchem nahe dem vorderen, d. h. der Mikropyle zugekehrten Ende die Eizelle gebildet wird, bei den Angiospermen unmittelbar durch freie Zellbildung, bei den Gymnospermen erst in besonderen Organen, den Corpusculis.

Die Befruchtung wird dadurch eingeleitet, dass ein Pollenkorn in die Mikropyle selbst (bei den Gymnospermen), oder auf das obere hierfür bestimmte Ende des Fruchtknotens, (Fig. 102 n) (bei den Angiospermen) gelangt, und hier zu einem langen Schlauche, dem Pollenschlauch (Fig. 102 ps) auswächst. Dieser dringt bis an die Eizelle (Fig. 102 E) vor, in letzterem Falle durch die Mikropyle hindurch, und befruchtet dieselbe durch blosse Berührung, durch Diffusion. In Folge dieser Befruchtung um-

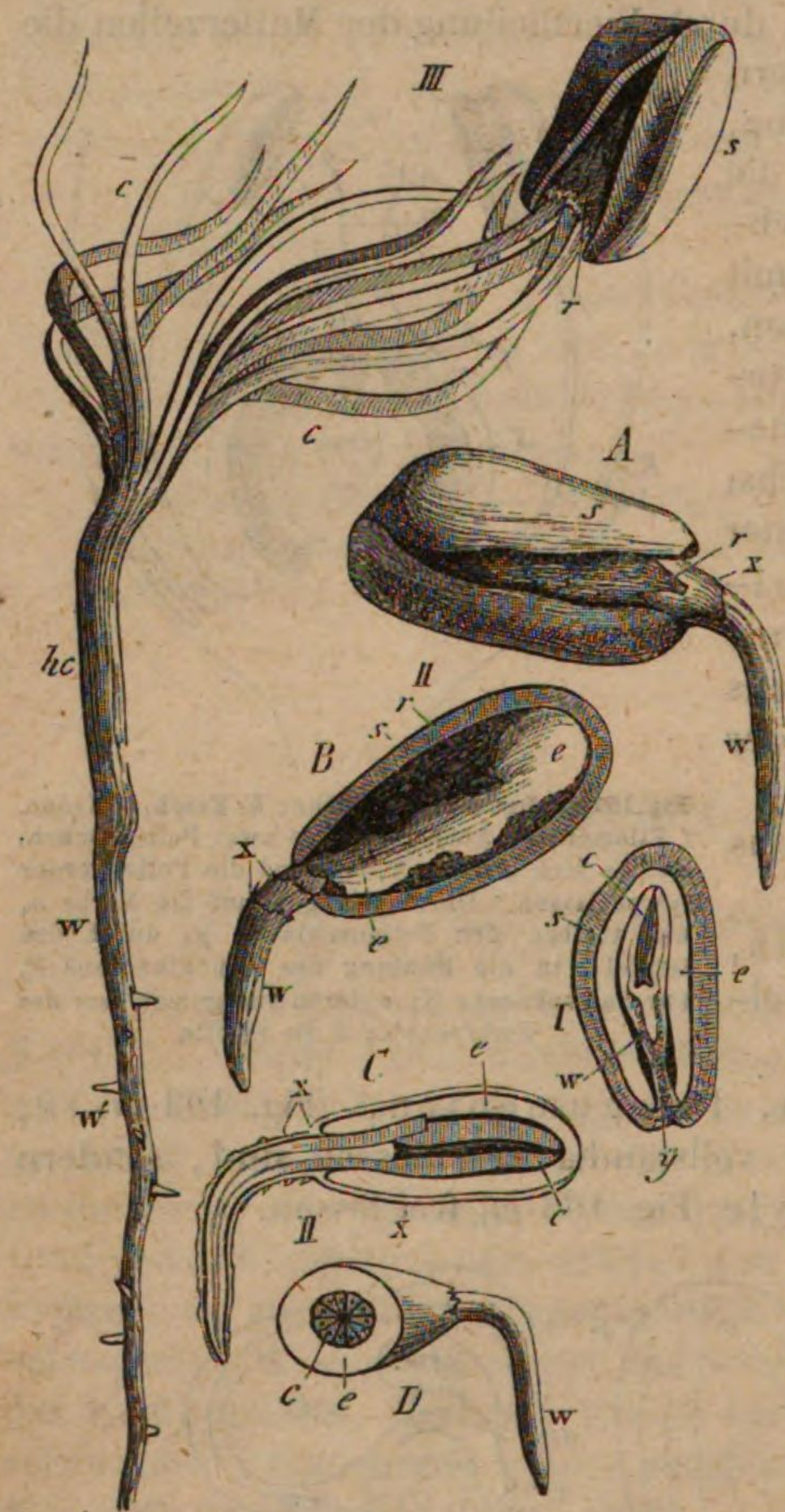


Fig. 104. Keimende Samen von *Pinus Pinea*; I der reife Samen; s Samenschale, e Endosperm, w Keimwurzel, c Cotyledonen, y das Mikropylenende; II beginnende Keimung, A von aussen, x der Embryosack, B nach Wegnahme der einen Schalenhälfte, e Endosperm; C im Längsschnitt ohne Samenschale. D im Querschnitt. III vollendete Keimung; die Cotyledonen c entfalten sich, das hypocotyle Glied hc ist gestreckt (nach Sachs).

gibt sich die Eizelle mit einer Membran und wächst gegen das Innere des Embryosacks hin aus, zunächst zu einer Zellreihe, dem Embryoträger, dessen unterste Zelle durch wiederholte Theilungen zum Embryo wird.

Ausser der Eizelle bildet sich im Embryosack noch ein Gewebe, das Endosperm, bei den Gymnospermen schon vor, bei den Angiospermen erst nach der Befruchtung. Gewöhnlich entsteht es durch freie Zellbildung, indem einzelne Zellen in meist grosser Zahl auftreten, welche beim Heranwachsen sich einander berühren und dann durch Theilung noch weiter vermehren. Selten (z. B. Alismaceen) unterbleibt die Bildung des Endosperms vollständig. Bei manchen Pflanzen wird das Endosperm durch den heranwachsenden Embryo wieder verdrängt und aufgezehrt, so dass es im reifen Samen nicht mehr vorhanden ist.

Im Gegensatz zum Endosperm bezeichnet man als Perisperm das mit Nahrungsstoffen erfüllte Gewebe des Knospenkerns.

Der Embryo, wie er im reifen Samen eingeschlossen ist, hat in den allermeisten Fällen schon eine Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel erfahren. Diese erste Wurzel (Fig. 404 w), Hauptwurzel oder Keimwurzel, liegt gerade in der Verlängerung des meist kurzen Stämmchens; dieses trägt am entgegengesetzten Ende die ersten Blätter (Fig. 404 c), welche gewöhnlich von den folgenden auffallend verschieden sind und Keimblätter, Cotyledonen, Samenlappen genannt werden. Bisweilen sind schon die folgenden Blätter an der Gipfelknospe, der Plumula deutlich sichtbar. Der Theil des Stämmchens von den Cotyledonen abwärts heisst hypocotyles Glied (Fig. 404 III. hc); es geht allmählich in die Wurzel über und wird mit dieser zusammen als Radicula bezeichnet. Das auf die Cotyledonen folgende Internodium heisst epicotyles Glied.

Die Integumente der Samenknospen werden bei der Reife zur Samenschale (Fig. 404 s); hie und da wächst während der Reife noch ein äusserstes Integument heran, der Samenmantel, Arillus.

Die Sexualorgane sind Bestandtheile der Blüthe, die Staubgefässe (Staubblätter) sowie die Fruchtblätter sind ihrem morphologischen Werthe nach Blätter; die Blüthe ist daher zu bezeichnen als ein Spross, dessen Blätter Sexualorgane sind. In den meisten Fällen enthält eine einzelne Blüthe mehrere Staubgefässe, sowie mehrere Fruchtblätter und man bezeichnet die Gesammtheit aller männlichen Sexualorgane einer Blüthe als Androeceum, die aller weiblichen als Gynaeceum. Ausserdem finden sich an der Blüthe meist noch andere Blattgebilde, welche mit der Befruchtung selbst nichts zu thun haben, sondern die Sexualorgane während ihrer Entwicklung einhüllen; sie werden daher als Blüthenhülle (Perianthium, Perigon) zusammengefasst (Fig. 402 Ke und K). In Blüthen, welche alle diese drei Theile enthalten, steht die Blüthenhülle stets zu unterst an der Blüthenaxe, darauf folgt das Androeceum, und stets dem Scheitel der Axe am nächsten, das Gynaeceum (Fig. 402).

Solche Blüthen, welche sowohl männliche als weibliche Sexualorgane enthalten, heissen zweigeschlechtig, hermaphrodit, Zwitterblüthen (kurz durch das Zeichen ♂ ausgedrückt); es gibt aber auch

Pflanzen, bei denen die einen Blüthen (abgesehen von der Blüthenhülle, welche vorhanden sein kann oder nicht) nur männliche, die anderen nur weibliche Sexualorgane enthalten; solche Blüthen heissen eingeschlechtig, diclinisch, und zwar erstere männlich (♂), letztere weiblich (♀). Sind diese beiderlei Blüthen auf demselben Individuum vereinigt, so heisst dasselbe monoecisch, einhäusig; sind sie aber auf verschiedene Individuen vertheilt, so heisst die Pflanze dioecisch, zweihäusig; und man spricht dann auch von männlichen und weiblichen Individuen. Kommen endlich auf demselben Individuum sowohl eingeschlechtige, als hermaphrodite Blüthen vor, so heisst die Pflanze polygam.

Pflanzen, bei welchen das Individuum nur einmal Blüthen und Früchte erzeugt und nachher abstirbt, heissen monocarpisch; seltener dauert es mehrere, selbst viele Jahre, bis die Blüthenbildung eintritt: mehrjährig monocarpische Pflanzen (z. B. *Agave americana*); viel häufiger sind einjährige Pflanzen (*annuae* ☉), welche innerhalb eines Jahres die ganze Entwicklung vollenden (z. B. Getreide), und zweijährige (*biennes*, ☉), welche im zweiten Sommer Blüthen tragen und dann absterben (z. B. *Cichorium*). Bei den polycarpischen Pflanzen dagegen bringt jedes Individuum jährlich wiederholt Blüthen und Früchte hervor; Bäume und Sträucher (♂) dauern mit oberirdischen holzigen Stämmen aus; die mehrjährigen Kräuter und Stauden (♀) mit unterirdischen Rhizomen (Zwiebeln u. dgl.).

Die Gruppe zerfällt in zwei Abtheilungen, wovon die eine nur eine, die andere aber zwei Classen enthält:

A. **Gymnospermen**; die Samenknospe ist nackt, d. h. nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, sondern steht auf dem ausgebreiteten Fruchtblatt oder ohne Fruchtblatt auf der Blüthenaxe. Im Embryosack bildet sich schon vor der Befruchtung Endosperm und die Eizelle erst innerhalb besonderer Organe, der *Corpuscula*. Das Pollenkorn ist mehrzellig.

Classe VIII. *Gymnospermae*.

B. **Angiospermen**. Die Samenknospe ist in einen Fruchtknoten eingeschlossen; im Embryosack bildet sich vor der Befruchtung kein Endosperm und direct durch freie Zellbildung die Eizelle. Das Pollenkorn ist einzellig.

Classe IX. **Monocotyledones**. Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm ist im reifen Samen meist gross.

Classe X. **Dicotyledones**. Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen, das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt.

Abtheilung A.

Classe VIII.

Gymnospermae.

Die Samenknospe ist nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, sondern steht an dem ausgebreiteten Fruchtblatt oder ohne Fruchtblatt auf der Ache. Im Embryosack bildet sich schon vor der Befruchtung Endosperm, und die Eizelle erst innerhalb besonderer Organe, der Corpuscula. Das Pollenkorn ist mehrzellig.

Die Blüthen sind immer diclinisch, häufig dioecisch und fast immer ohne Perigon. Die männlichen Blüthen bestehen aus einer verlängerten Ache, welche mit zahlreichen Staubblättern besetzt ist. Diese sind bald schildförmig, ähnlich den sporangientragenden Blättern der Equiseten, bald aber auch in ihrer Form mehr einem gestielten Blatte ähnlich, und tragen auf ihrer Unterseite zwei oder mehrere von einander getrennte Pollensäcke (Fig. 105 Aa), welche in Längsspalten aufreissend, die Pollenkörner entlassen; diese (Fig. 105 B) bestehen mindestens aus zwei, öfters aus mehr Zellen, von denen die grösste (Fig. 105 By) zum Pollenschlauch auswächst; die Exine wird dabei in den meisten Fällen zerrissen und abgestreift, seltener (bei den Cycadeen) durchbohrt.

Die weiblichen Blüthen sind meist verlängerte Axen, welche bald die Fruchtblätter und zwischen oder auf diesen die Samenknospen, bald ohne Fruchtblätter nur Samenknospen tragen. Die Fruchtblätter schliessen häufig zeitweise ziemlich fest über den Samenknospen zusammen, ohne jedoch ein gemeinsames oder mehrere einzelne vollständig geschlossene Gehäuse zu bilden.

Die Samenknospe ist fast immer gerade, mit sehr kurzem Funiculus und besitzt nur ein Integument. Im mächtigen Knospenkern liegt der Embryosack ziemlich entfernt von der Mikropyle (Fig. 106 e); er erfüllt sich mit Endosperm, in welchem am vorderen Ende mehrere Corpuscula



Fig. 105. A männliche Blüthe von *Abies pectinata*; b Hochblätter, a die Staubblätter. B Ein Pollenkorn, stark vergrössert; e Exine mit blasigen Auftreibungen bl; i Intine; y die Zelle, welche zum Pollenschlauch auswächst (nach Sachs).

(Fig. 406 c) eingesenkt sind; das Corpusculum besteht aus einem Hals (Fig. 406 h), der von einer oder wenigen kleineren Zellen gebildet wird, und einer grossen Centralzelle, der Eizelle (Fig. 406 c). Hiedurch verbinden die Gymnospermen die ganze Gruppe der Phanerogamen mit den höheren Kryptogamen. Der Embryosack entspricht der Makrospore, welche hier, ohne sich von der Pflanze zu trennen, in sich ein Prothallium (das Endosperm) und auf diesem mehrere Archegonien (die Corpuscula) erzeugt. Die Pollenkörner entsprechen den Mikrosporen; es werden jedoch keine Spermatozoiden mehr gebildet. Die Pollenkörner gelangen durch den Wind auf die Mikropyle, werden durch die hier ausgeschiedene Flüssigkeit auf das Kernende hinabgezogen und treiben von hier aus durch das Kerngewebe hindurch Pollenschläuche, welche, die Halszelle verdrängend, bis zur Eizelle vordringen und diese durch Diffusion befruchten (Fig. 406 s). Die befruchtete Eizelle wächst nach unten zum Embryoträger aus und bildet an dessen unterem Ende den Embryo.

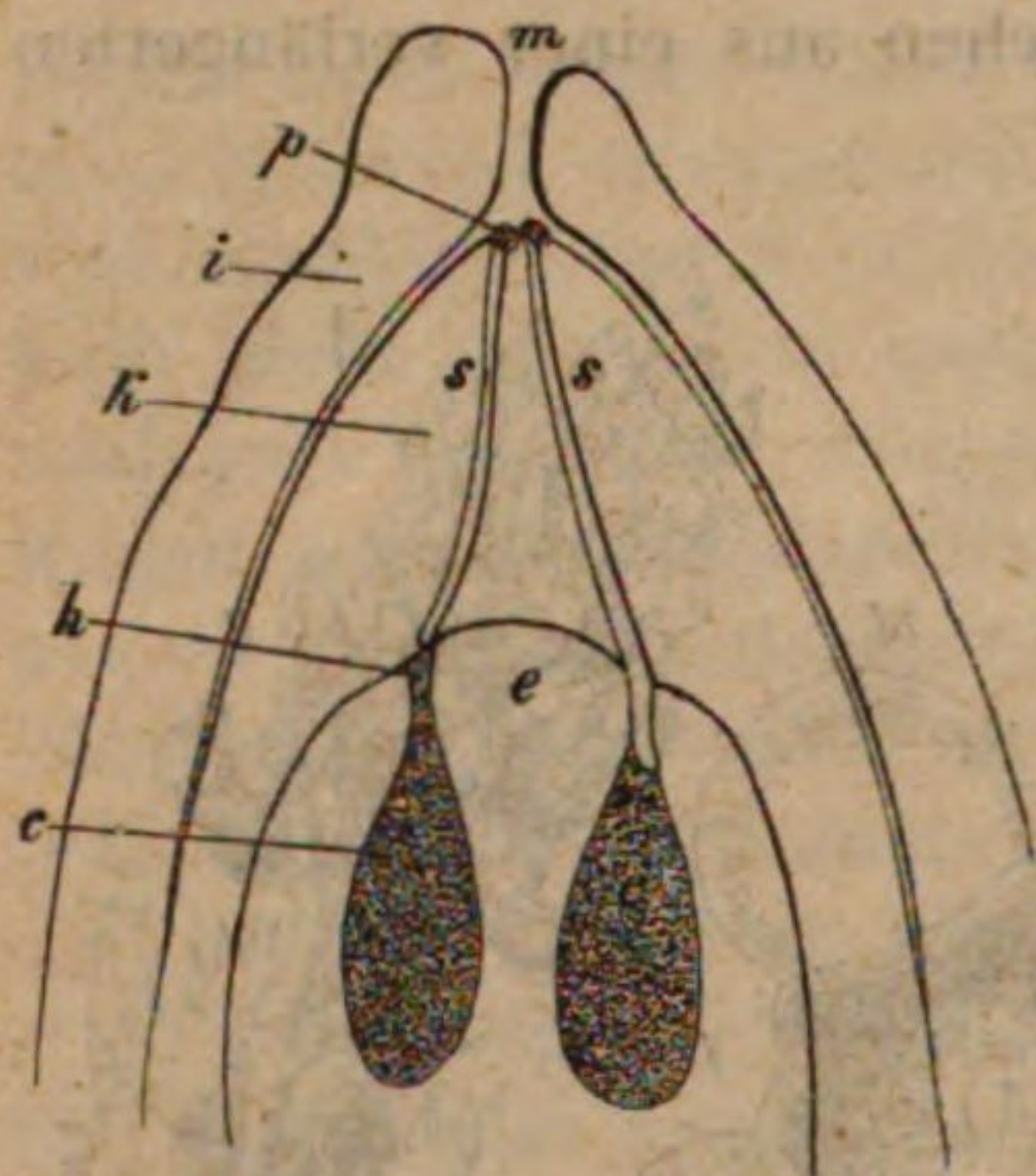


Fig. 106. Befruchtung bei Pinus (vergrössert und schematisirt). *m* Mikropyle; *i* Integument, *k* Knospenkern, *c* Centralzelle, *h* Halszelle des Corpusculums, *e* Endosperm den Embryosack erfüllend; *p* Pollenkörner mit Schläuchen *s*.

Der reife Same enthält immer Endosperm, in dessen Mitte der Länge nach der Embryo liegt, mit seinem Wurzelende der Mikropyle zugekehrt (Fig. 404 y). Das Stämmchen trägt zwei oder mehrere einen Quirl bildende Cotyledonen (Fig. 404 c).

Die Classe enthält drei in ihrem Habitus ziemlich verschiedene Ordnungen:

- 1) Cycadeen mit sehr selten oder gar nicht verzweigtem Stamm und grossen verzweigten Blättern.
- 2) Coniferen mit reichlich axillär monopodial verzweigtem Stamm und kleinen unverzweigten Blättern.
- 3) Gnetaceen von verschiedenem Wuchs, aber in der Blütenbildung mit deutlicher Annäherung an die Angiospermen.

Ordnung 1. Cycadeae.

Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht, die Blätter sind gross und verzweigt.

Die Cycadeen sind Pflanzen, welche in manchen Dingen an die Farne erinnern, andererseits in ihrem Aussehen viel Aehnlichkeit mit den Palmen besitzen. Der Stamm ist knollig oder säulenförmig, dicht mit Blättern besetzt. Diese sind von zweierlei Gestalt, schuppenförmige trockene braune, welche die Stammoberfläche dicht bedecken, und grüne einfachgefiederte von meist lederartiger Beschaffenheit, welche jährlich

oder erst nach mehreren Jahren wiederholt hervorgebracht werden und eine prächtige Krone am Ende des Stammes bilden.

Die Blüten stehen terminal am Stammende und zwar männliche und weibliche auf verschiedenen Individuen. Die männlichen Blüten bestehen aus einer mit schildförmigen Staubblättern, die unterseits die Pollensäcke tragen, besetzten Axe, und erinnern sehr an die Sporangienähren der Equiseten. Die weiblichen Blüten sind meist zapfenförmig; die Axe der Blüte trägt zahlreiche Fruchtblätter, an deren Innenseite je zwei atrophe Samenknospen sitzen; bei der Gattung *Cycas* jedoch wird die weibliche Blüte von einer Blattrosette gebildet, deren Blätter den Laubblättern ähnlich gestaltet, nur kleiner sind und statt der unteren Fiedern die Samenknospen tragen (Fig. 107 *sk*). Bei *Cycas* wächst die Axe oberhalb der Blüte wieder weiter.

Die Samenknospen haben ein Integument, dessen äussere Schicht bei der Reife saftig wird, und erreichen eine bedeutende Grösse; die von *Cycas* haben schon vor der Befruchtung etwa die Grösse einer Pflaume.

Der Embryo trägt zwei Cotyledonen, welche bei der Keimung nicht aus dem Samen hervortreten.

Die Cycadeen bewohnen das tropische America, wenige Südamerica und das tropische Asien. *Cycas revoluta* und *circinalis*, *Zamia muricata*, *Dion edule* werden bei uns in Gewächshäusern häufig cultivirt.



Fig. 107. Fruchtblatt von *Cycas revoluta* ($1\frac{1}{2}$ nat. Gr.); *f* Fiederblättchen; *sk* Samenknospen; *sk'* eine weiter entwickelte Samenknospe (nach Sachs).

Ordnung 2. Coniferae.

Der Stamm verzweigt sich reichlich aus den Blattachseln, aber nicht aus allen, und trägt verhältnissmässig kleine unverzweigte Blätter.

Diese Ordnung enthält die Nadelhölzer, welche auch in unseren Gegenden zahlreich vertreten sind. In ihrem vegetativen Bau sind sie ausgezeichnet durch die regelmässige monopodiale Verzweigung des Stammes. In der Gewebebildung nähern sie sich sehr den Dicotyledonen der folgenden Classe; der Stamm wächst gleich dem der Dicotyledonen durch einen Cambiumring in die Dicke; das secundäre Holz enthält jedoch keine Gefässe, sondern besteht ganz und gar aus gefässartigen Holzzellen, deren Wände von offenen gehöften Tüpfeln durchbrochen sind (s. Fig. 24).

Die männliche Blüthe besteht aus einer mit Staubblättern besetzten verlängerten Axe; die Staubblätter sind schildförmig und tragen unterseits zwei oder mehrere Pollensäcke (Fig. 405 A).

Der Bau der weiblichen Blüthe ist bei den einzelnen Familien ziemlich verschieden, zum Theil auch noch nicht sicher festgestellt.

Der Embryo trägt eine, sich auch fortan stark entwickelnde Hauptwurzel und zwei oder mehr Cotyledonen, welche bei der Keimung aus der Samenschale hervortreten und sich entfalten (Fig. 404).

Fam. 1. Taxineae. Die Samenknospen sind völlig nackt, ohne Fruchtblätter. Die Blüthen sind immer dioecisch. Der Embryo hat zwei Cotyledonen.



Fig. 108. Zweig von *Salisburia adiantifolia* mit weiblichen Blüthen sk (nat. Gr.) (nach Sachs).

Taxus baccata, die Eibe; die Samenknospen stehen einzeln am Ende je eines sehr kurzen Zweigleins, welches zahlreiche Hochblätter trägt; die befruchtete Samenknospe wird während ihrer Reife von einem später roth und fleischig werdenden Arillus umwachsen. Die spiralig gestellten Blätter stehen nach zwei Seiten ab und sind flach, nadel-

förmig, unterseits heller grün, aber ohne weissen Streifen; hiedurch ist der Baum sofort von der im Habitus der Zweige ähnlichen Edeltanne zu unterscheiden.

Salisburia adiantifolia aus Japan (Fig. 108); die Samenknospen stehen zu zweien oder dreien am Ende blattloser Zweige; die äussere Schicht der Samenschale wird bei der Reife fleischig und orangeroth; der reife Same hat

das Aussehen einer grossen Kirsche. Die Blätter sind breit keilförmig, fächernervig, gestielt, der Wuchs erinnert an unsere Laubbäume.

Phyllocladus hat blattartige Aeste.

Fam. 2. *Abietineae*. Die weibliche Blüthe ist der sogenannte Zapfen (der Tannen, Fichten), der aus einer Spindel (Fig. 109 *B sp*) und grossen die Samen gewöhnlich paarweise tragenden, verholzenden Schuppen besteht; diese Schuppen (Fig. 109 *s*) sitzen bei den ächten *Abietineen*, wohin unsere einheimischen Gattungen gehören, anscheinend in der Achsel je eines kleineren Blattes (Fig. 109 *c*), welches wahrscheinlich als das eigentliche Fruchtblatt zu betrachten ist. Die starken samentragenden Schuppen stehen anfangs locker, schliessen nach Eintritt der Pollenkörner fest zusammen und weichen erst zum Ausfall der reifen Samen wieder aus einander (bei der Edeltanne fallen sie von der Spindel ab); mit dem Samen löst sich zugleich ein flügelartiges Anhängsel (Fig. 109 *C f*) von der Schuppe ab. Bei den *Araucarieen* dagegen fehlen jene kleinen Blätter und die Samenknope wird von der Schuppe ganz eingehüllt.

Die Samenknospen sind immer mit der Mikropyle nach abwärts gewendet.

Die Blüthen sind gewöhnlich monoecisch, seltener dioecisch; die Pollenkörner sind häufig mit blasigen Auftreibungen der Exine (s. Fig. 105 *B bl*) ausgestattet, die mit Luft gefüllt sind.

Bei der Gattung *Pinus* braucht der Same zwei Jahre, bis er zur Reife gelangt; im ersten Jahre, wenn der kleine Zapfen noch bräunlich gefärbt ist, wächst der Pollenschlauch nur eine Strecke weit in das Kerngewebe hinein; erst im Juni des nächsten Jahres wächst er bis an den Embryosack und befruchtet die Eizelle,

worauf sich sofort der Embryo entwickelt. Unterdessen sind die Schuppen grün geworden und werden bis zur vollständigen Reife graubraun.

Der Embryo trägt zwei bis 15 Cotyledonen (s. Fig. 104 *c*).

Der Keimstengel entwickelt sich zum senkrechten starken Hauptstamm, der unbegrenzt an der Spitze fortwächst; die Zweige

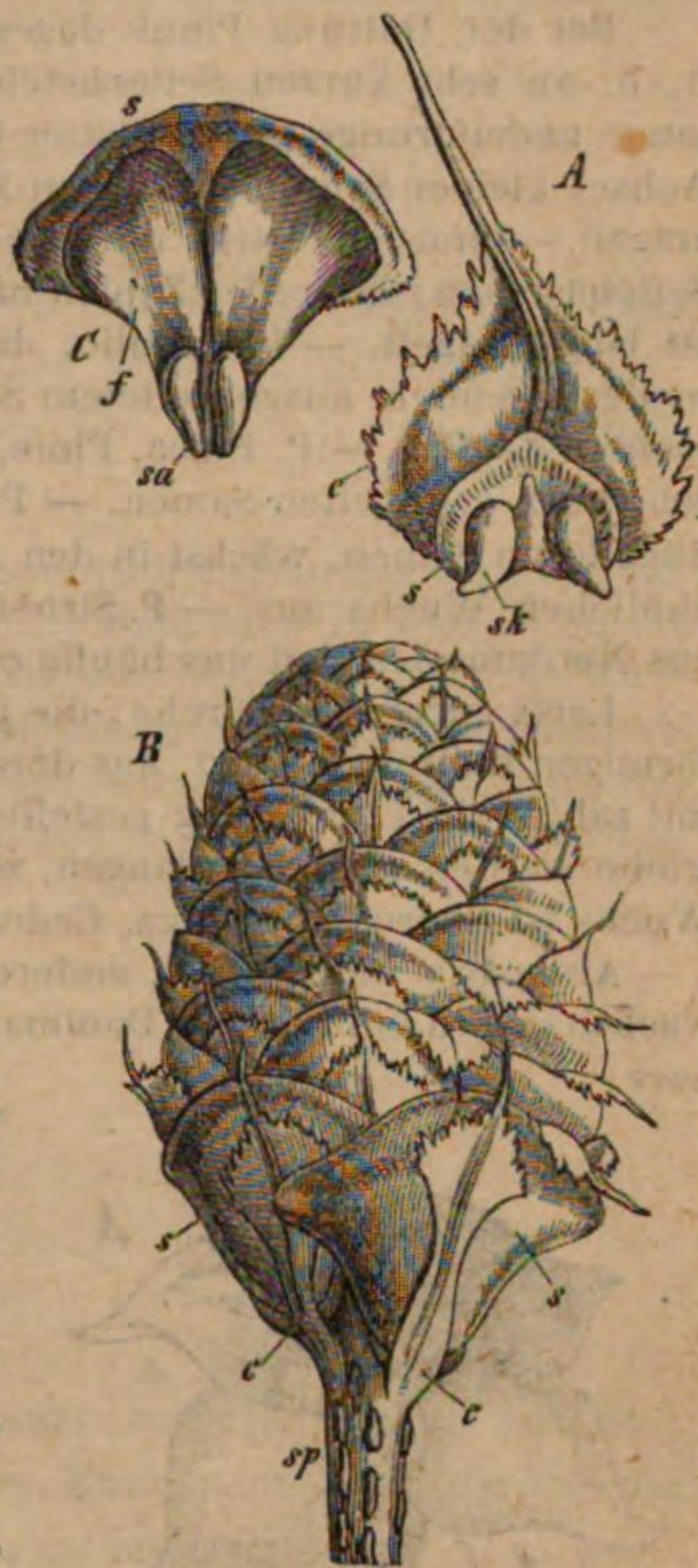


Fig. 109. *Abies pectinata*. A von der Spindel abgelöstes Blatt von innen gesehen (*c*); daran die samentragende Schuppe *s* mit zwei Samenknospen *sk* (vergr.) B ausgewachsener Zapfen (nat. Gr.) *sp* Spindel, *c* Fruchtblätter, *s* samentragende Schuppen. C reife Schuppen mit zwei Samen *sa* und deren Flügeln *f* (nach Sachs).

erster Ordnung sind verhältnissmässig schwächer und stehen in Scheinquirlen.

Bei der Gattung *Abies* sind die nadelförmigen Blätter zahlreich spiralig um die Zweige gestellt; bei *Abies excelsa*, der Fichte oder Rothtanne, sind sie abgerundet vierkantig, spitz und stehen nach allen Seiten vom Zweig ab; bei *Abies pectinata*, der Edel- oder Weisstanne, sind sie flachzweischneidig, ausgerandet, unterseits mit zwei weissen Linien versehen und stehen kammförmig nach zwei Seiten ab.

Bei der Gattung *Pinus* dagegen stehen die nadelförmigen Blätter büschelig d. h. an sehr kurzen Seitenästchen, welche zuerst Schuppen und oben wenige lange nadelförmige grüne Blätter tragen. Die kurzen Seitenästchen stehen in der Achsel kleiner Schuppen an den Zweigen, welche überhaupt keine grünen Blätter tragen. — *Pinus silvestris*, die gemeine Kiefer oder Föhre, mit je zwei Nadeln an den Seitenästchen; die reifen Zapfen hängen an gleich langen Stielen abwärts; der Same ist langgeflügelt. — *P. Pumilio*, die Legföhre in den Alpen und Mooren, mit meist niederliegendem ausgebreitetem Stamm, je zwei Nadeln und kurzgestielten wagerechten Zapfen. — *P. Pinea*, Pinie, im südlichen Europa, mit je zwei Nadeln und sehr kurz geflügelten Samen. — *P. Cembra*, die Zirbelkiefer, mit je 3—5 Nadeln, flügellosen Samen, wächst in den Alpen, zeichnet sich durch schlanken, tannenähnlichen Wuchs aus. — *P. Strobus*, Weymouthskiefer, mit je 5 Nadeln, stammt aus Nordamerika, bei uns häufig cultivirt.

Larix europaea, Lärche; die jungen Triebe sind mit zerstreuten zarten nadelförmigen Blättern besetzt, aus deren Achseln später meist sehr kurze Seitenästchen mit zahlreichen büschelig gestellten Nadeln hervorwachsen; nur wenige Achseltriebe werden wieder zu langen, zerstreut beblätterten Zweigen. — Von ähnlichem Wuchs ist *Cedrus libanotica*, Ceder. —

Araucaria imbricata u. andere Arten, aus Südamerika werden bei uns in Gewächshäusern cultivirt. — *Dammara orientalis* in Ostindien liefert das Dammara-harz.

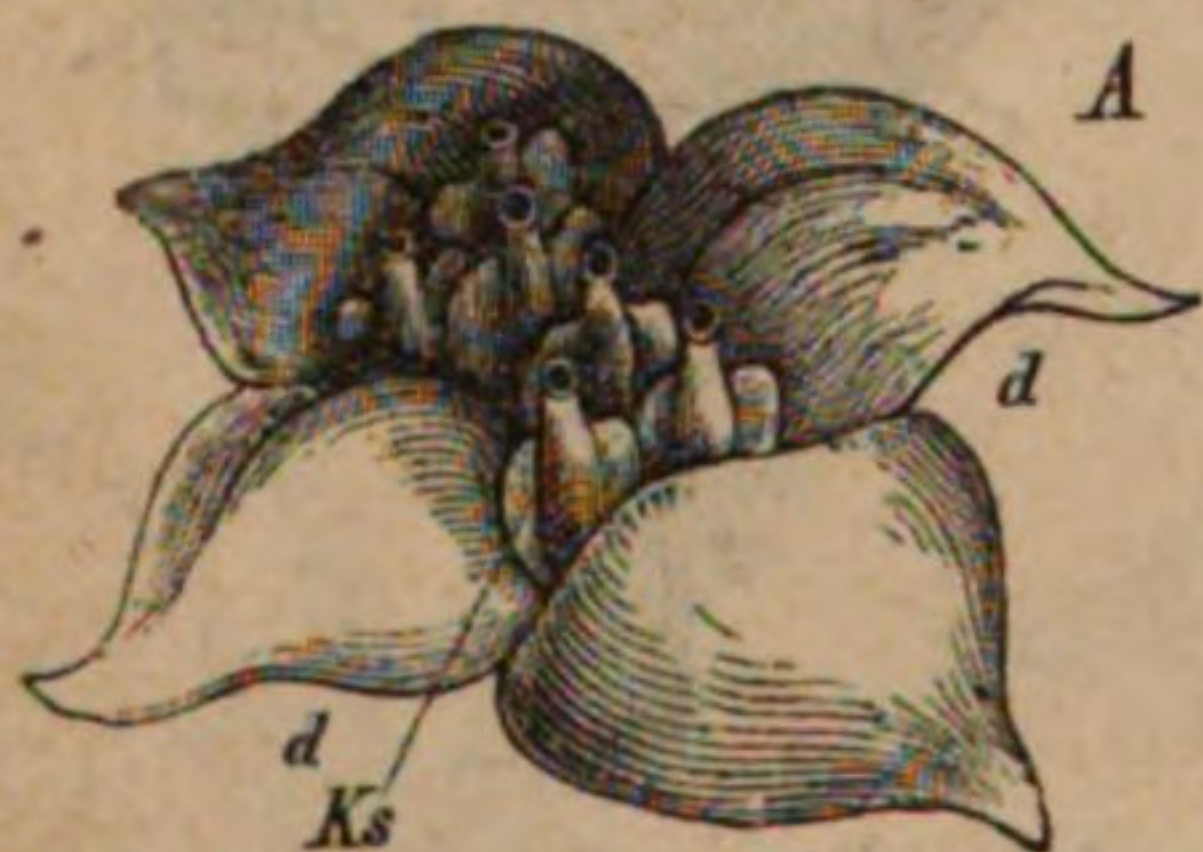


Fig. 110. Weibliche Blüthe von *Callitris quadrivalvis* vergr. *dd* Fruchtblätter, in deren Achseln sechs Samenknospen sitzen (nach Sachs).

Fam. 3. Cupressineae. Die weiblichen Blüthen bilden das Ende kurzer Seitenachsen; sie bestehen aus zwei- oder dreigliederigen alternirenden Quirlen von Fruchtblättern, welche innen meist an ihrer Basis die aufrechten Samenknospen tragen (Fig. 110); nur bei *Juniperus communis* alterniren die Samenknospen als eigener Quirl mit den Fruchtblättern. Diese Fruchtblätter können

nun bei der Reife verholzen, eng zusammenschliessen und erst wieder zum Samenausfall wie die Klappen einer Kapsel auseinandertreten, oder sie werden bei der Reife fleischig und stellen eine Art Beere dar, welche die Samen enthält. Einige Arten haben zweijährige Samenreife.

Die Blüthen sind monoecisch oder dioecisch; der Embryo trägt zwei, selten mehr Cotyledonen.

Abgesehen von einigen Arten von *Juniperus* (z. B. *J. communis*), wo die Blätter nadelförmig und vollständig frei sind, erscheinen die Blätter der

Cupressineen als schuppenförmige Erhöhungen auf der Rinde der Zweige, indem die Bildung der Blattspreite ganz unterdrückt wird. Diese Blätter sind gewöhnlich decussirt oder in drei- oder mehrgliederigen Quirlen zusammengestellt.

Juniperus communis, der gemeine Wachholder; *J. Sabina*, die Zweige sind officinell. — *Callitris quadrivalvis* in Africa, liefert das Sandaracharz — *Thuja orientalis* und *occidentalis*, Lebensbaum, werden häufig cultivirt. — *Cupressus sempervirens*, Cypresse. — *Taxodium*, die Sumpfcypresse in Nordamerika, und verwandte Gattungen haben spiralig gestellte Blätter.

Ordnung 3. Gnetaceae.

Die Gnetaceen unterscheiden sich von den Coniferen dadurch, dass sowohl die Samenknospen, als die Staubblätter schon Umhüllungen bekommen, die mehr oder weniger dem Perigon der Angiospermen ähnlich sind.

Ephedra distachya ist ein in Südeuropa vorkommender niedriger Strauch mit langen aufrechten Zweigen und kleinen sehr entfernt stehenden zu stengelumfassenden Scheiden quirlig verwachsenen Blättern und dioecischen Blüthen. — *Welwitschia mirabilis*, eine merkwürdige Pflanze Westafricas, ist ausgezeichnet durch einen ganz kurz bleibenden, eine riesige Rübe darstellenden Stamm, der nur zwei sehr grosse Laubblätter und in deren Achseln dichotomisch verzweigte Blüthenstände trägt.

Abtheilung B.

Angiospermae.

Die Samenknospen sind in einen Fruchtknoten eingeschlossen; im Embryosack bildet sich vor der Befruchtung kein Endosperm und direct die Eizelle durch freie Zellbildung. Das Pollenkorn ist einzellig.

Die Blüthen sind vorherrschend hermaphrodit. Die Blüthenaxe ist gewöhnlich verbreitert und stellt einen Blüthenboden (torus) vor, auf welchem die Blattgebilde dichtgedrängt entweder spiralig oder quirlig angeordnet stehen. Jede der drei Formationen (Perigon, Androeceum, Gynaeceum) nimmt im ersteren Falle einen oder mehrere Umgänge der Spirale ein; im letzteren häufigeren Falle besteht jede Formation aus einem oder mehr Quirlen. Als Kreise (Cyclen) bezeichnet man sowohl die Quirle als die ganzen Umgänge der Spirale, wenn diese mit den Grenzen der Formationen zusammenfallen.

Die Blüthenaxe schliesst, mit Ausnahme einzelner abnormer Fälle, mit Erzeugung der obersten Blattgebilde der Blüthe ihr Wachsthum und ihre Thätigkeit ab. Der Theil der Axe unter den Blattgebilden der Blüthe

ist häufig verlängert und heisst **Blüthenstiel** (*pedunculus*); er trägt gewöhnlich ein oder mehrere Hochblätter, Vorblätter (*prophylla*) genannt. Ist der Blüthenstiel wenig oder gar nicht entwickelt, so heisst die Blüthe sitzend (*sessilis*).

Die **Blüthenhülle** fehlt nur bei wenigen Familien (z. B. *Pipera- ceen*) vollständig; bei den meisten besteht sie aus zwei Kreisen, deren äusserer Kelch (*calix*), deren innerer Krone (*corolla*) genannt wird. Die Kelchblätter (*sepala*) sind gewöhnlich von derberer Structur, grün, kleiner; die Kronenblätter (*petala*) meist zart, weiss oder verschiedentlich gefärbt (z. B. Rose, Geranium, Flachs). Es kommt aber auch vor, dass beide Kreise von gleicher Beschaffenheit sind und sich somit nur durch die Stellung unterscheiden, sowohl beide von derber kelchartiger (*calicinischer*) Structur (z. B. *Juncus*), als auch beide von kronenartigem (*corollinischem*) Aussehen z. B. Lilie, Tulpe.

Bei wenigen Familien besteht der Kelch (z. B. *Cruciferen*) oder die Krone aus mehreren Kreisen; bei spiralig gebauten Blüthen kommt es nicht selten vor, dass die äussersten der zahlreichen Perigonblätter grün, kelchartig sind, nach innen zu allmählig mehr kronenartig, und die inneren vollkommen kronenartig sind (z. B. bei der weissen Seerose *Nymphaea*, bei *Calicanthus*).

Manche Pflanzen besitzen nur einen Kreis von Blättern als Blüthenhülle, kurzweg Perigon genannt, welcher bald *calicinisch* und unscheinbar ist (z. B. bei der Brennessel *Urtica*), bald *corollinisch* (z. B. Seidelbast *Daphne*, *Aristolochia*); in anderen Fällen kommt dies aber dadurch zu Stande, dass der eine der beiden Kreise, welche bei verwandten Pflanzen vorhanden sind, nicht zur Entwicklung kommt (z. B. die Krone bei vielen *Caryophyllen*, der Kelch bei den *Compositen*).

Die einzelnen Blätter jedes Kreises sind entweder vollständig bis zum Grund von einander getrennt, frei (*corolla eleutheropetala*, *calix eleutherosepalus* z. B. *Ranunculus*), oder mehr oder minder weit von der Basis aus zu einer Röhre verwachsen, welche oben in soviel Zähne oder Lappen ausgeht, als ursprünglich Blätter vorhanden sind (*corolla gamopetala*, *calix gamosepalus*, z. B. bei der Schlüsselblume *Primula*, der Alpenrose *Rhododendron*; der Kelch allein verwachsen bei der Nelke *Dianthus*). Seltener sind die Glieder beider Kreise zu einer einzigen gemeinschaftlichen Röhre verwachsen z. B. bei *Hyacinthus* und verwandten Pflanzen; die sechs Lappen der Röhre entsprechen den drei Kelch- und drei Kronenblättern. Auch das nur aus einem Kreise bestehende Perigon kann aus einzelnen Blättern (*perigonium eleutherophyllum*, z. B. *Amaranthus*), oder einer Röhre (*p. gamophyllum* z. B. Seidelbast) bestehen.

Die kronenartigen Perigonblätter sind häufig in Stiel und Spreite gegliedert, welche dann Nagel und Platte genannt werden (z. B. bei der Nelke). Ligularbildungen sind die sogenannten Nebenkronen (*para-*

corolla) bei Narcissus, Lychnis. Manche Kronenblätter (z. B. Veilchen, Aklei) haben spornförmige Anhängsel oder werden selbst zu hohlen röhri- gen Gebilden (z. B. Helleborus, Aconitum); es hängt dies mit der Aus- scheidung des Nectars zusammen (s. unten S. 145.).

Als Aussenkelch (caliculus) bezeichnet man Blattbildungen, welche ausserhalb des Kelches dicht unter demselben gleichsam einen äussersten Kreis der Blüthenhülle vorstellen (z. B. die kleinen Blättchen zwischen den Kelchblättern bei Potentilla, Malva); es sind dies theils Nebenblattbildungen der Kelchblätter selbst, theils Hochblätter, welche nahe an den Kelch hinaufgerückt sind. Ein solches Hinaufrücken von Hochblättern bis dicht an die Blüthe, so dass sie oberflächlich betrachtet als Theile der Blüthenhülle erscheinen, kommt überhaupt öfters vor; z. B. bei der Leber- blume Anemone Hepatica stehen dicht unter den blauen Kelchblättern (die Krone fehlt) drei grüne Blätter; es macht ganz den Ein- druck, als wären die blauen Blätter die Krone und die grünen der Kelch; der Vergleich mit anderen Anemonen lehrt aber, dass diese drei grünen Blätter den bei den anderen Arten, (z. B. A. Pulsatilla mit ebenfalls blau- gefärbten Kelchblättern) weiter unten ste- henden (bei A. Pulsatilla tief eingeschnit- tenen) drei Hochblättern entsprechen.

Das **Androeceum** ist die Gesamtheit der männlichen Sexualorgane in einer Blüthe; es sind das die Staubblätter, hier Staubgefässe oder Staubfäden (stamina) genannt. Das Staubgefäss be- steht aus zwei Theilen, einem zarten meist stielartig dünnen Träger, dem Filament, (Fig. 111 s) und dem die Pollensäcke (Fig. 111 D p) einschliessenden Organ, welches Staubbeutel, Staubkol- ben oder Anthere genannt wird (Fig. 111 a).

Der Staubkolben besteht aus zwei Längshälften, deren jede meistens zwei Pollensäcke (Fig. 111 D p) enthält; diese beiden Antherenhälften werden durch das oberste Stück des Filaments, das Connectiv (Fig. 111 c) zusammengehalten. Dieses ist bisweilen sehr schmal, so dass die beiden Antherenhälften dicht aneinander liegen, (Fig. 111 A₁ a); dabei ist es entweder vom Filament nicht scharf getrennt und die Anthere sitzt dann einfach am oberen Ende des Filaments; oder es ist gelenkartig ab- gesetzt, so dass die Anthere sammt dem Connectiv auf der Spitze des Filaments drehbar ist (Anthera versatilis Fig. 111 A₂). Das Connec- tiv ist aber auch oft breiter, so dass die beiden Antherenhälften weit

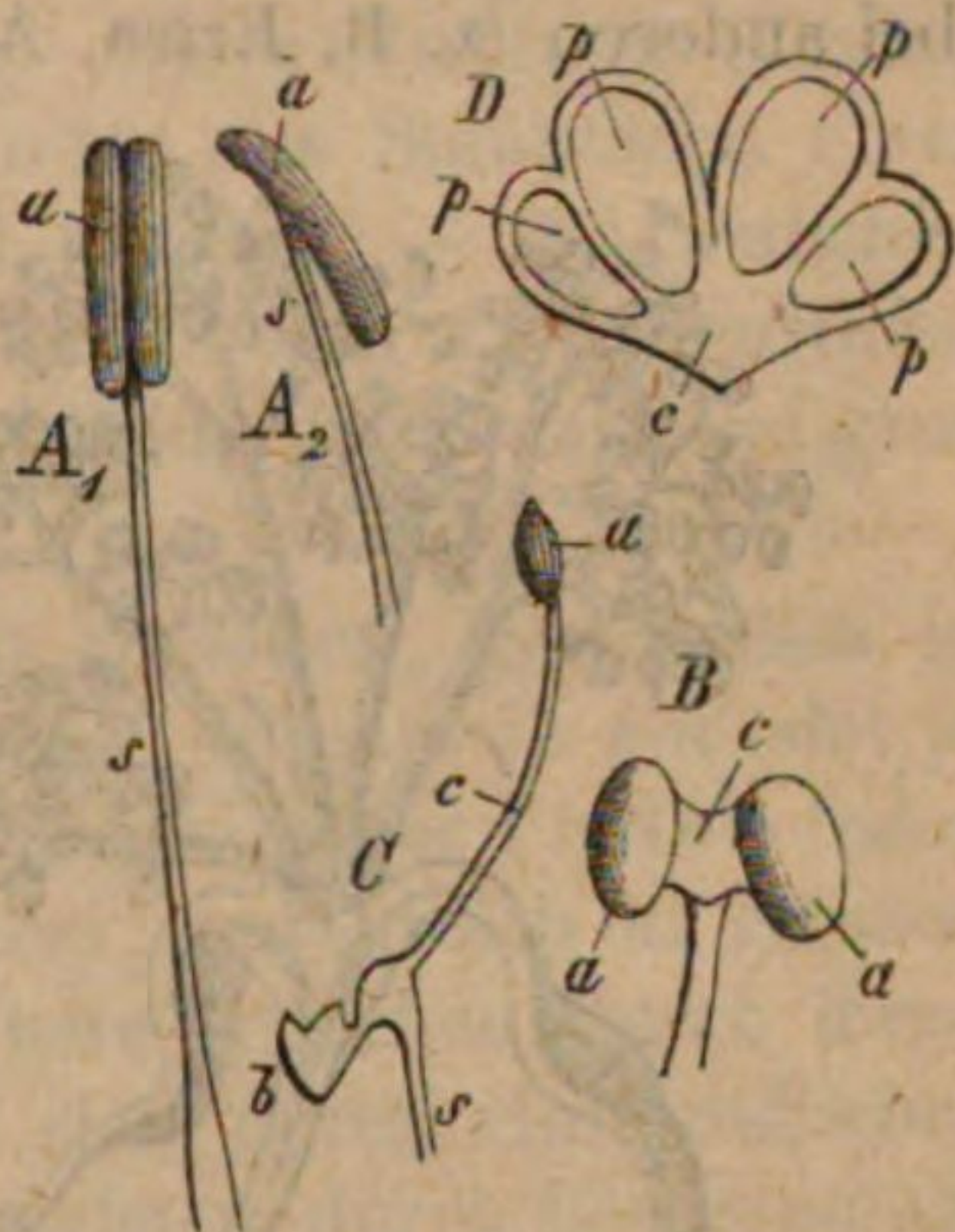


Fig. 111. Staubfäden. A₁ von Lilium, s das Filament, a die Antheren. A₂ derselbe von der Seite gesehen. B von Tilia, a Antherenhälfte, c Connec- tiv. C von Salvia; s Filament, c Con- nectiv, a Antherenhälfte, b metamor- phosirte Antherenhälfte. D Querschnitt der Anthere von Hypericum (vergr.) p die 4 Pollensäcke, c Connectiv.

auseinander gerückt sind (Fig. 111 B); ja es ist oft sehr stark in die Breite gezogen und dabei ganz dünn, so dass es mit dem Filament eine T förmige Figur bildet (Fig. 111 C); bei dieser Pflanze, dem Salbei kommt noch die Eigenthümlichkeit hinzu, dass die eine Antherenhälfte feblschlägt und zu anderen Zwecken umgeformt wird. Nur selten (z. B. Einbeere) ist das Connectiv noch über die Anthere hinaus in eine Spitze oder Borste (z. B. Oleander) verlängert; die beiden Antherenhälften erscheinen dann seitlich dem Filament anliegend.

Das Filament ist gewöhnlich stielartig rund, von zartem farblosem oder gefärbtem Gewebe, bisweilen aber auch bandartig verbreitert; ist es sehr kurz, so wird die Anthere sitzend genannt.

Bei einigen Pflanzen (z. B. Allium) besitzt das Filament Anhängsel, bei anderen (z. B. Erica, Asclepiadeen) sind die Antheren selbst mit Anhangsgebilden, wie Sporne u. dgl. ausgestattet.



Fig. 112. Theil einer männlichen Blüthe von Ricinus im Längsschnitt (vergr.) f die vielfach verzweigten Filamente, a deren Antheren (nach Sachs).

Bei gewissen Pflanzen, z. B. Ricinus, Hypericum sind die Staubblätter, d. h. die Filamente verzweigt und zwar entweder, wie gewöhnlich die Blätter, in einer zur Medianebene senkrechten Ebene (z. B. Myrtaceen), oder in verschiedenen Richtungen (z. B. Ricinus Fig. 112); die letzten Endigungen des verzweigten Filaments tragen die Antheren.

Hiemit äusserlich ähnlich, im Wesen aber grundverschieden ist die Verwachsung mehrerer nebeneinander stehender Staubblätter (z. B. Papilionaceen); je nachdem

nun die Staubblätter einer Blüthe sämmtlich zu einem Bündel (gewöhnlich einer Röhre) oder in zwei, drei u. s. w. Gruppen vereinigt sind, heissen sie ein-, zwei-, dreibrüderig (mono-, di-, triadelph). Die Antheren und häufig die oberen Enden der Filamente sind dabei gewöhnlich frei. Sehr complicirt wird das Verhältniss, wenn Verwachsung und Verzweigung der Filamente zugleich vorkommen, z. B. bei den Malvaceen. Bei den Compositen (z. B. Sonnenrose, Distel) sind die Filamente frei, aber die Antheren seitlich aneinandergesetzt, nicht von Ursprung aus verwachsen.

Ausserdem sind die Staubfäden häufig mit anderen Blüthentheilen, besonders der Blüthenhülle, verwachsen, so dass die Filamente oder, wenn diese sehr kurz sind, die Antheren nicht an der Blüthenaxe, sondern den Perigonblättern inserirt erscheinen. Es findet sich dieses

Verhältniss vorzugsweise da, wo die Kronen- oder Perigonblätter selbst zu einer Röhre verwachsen sind (z. B. *Primula*). Seltener ist die Verwachsung der Staubblätter mit den Fruchtblättern (z. B. Orchideen).

Bei vielen Blüthen kommt es vor, dass gewisse, durch ihre Stellung zu den übrigen Blüthentheilen bestimmte Filamente länger sind, als die anderen; so sind von den sechs Staubfäden der Cruciferen (z. B. Raps, Kohl) vier länger als die beiden anderen; von den vier der Labiaten (z. B. *Lamium*) zwei länger als die zwei anderen; erstere werden als viermächtig (tetradynamisch), letztere als zweimächtig (didynamisch) bezeichnet.

Staminodien heissen solche Staubfäden, bei denen die Bildung der Anthere unterbleibt, und die blattartige Form haben. Sie finden sich in gewissen Blüthen (z. B. *Canna*) regelmässig. Die gefüllten Blüthen kommen dadurch zu Stande, dass mehrere oder alle Staubfäden einer Blüthe den Kronenblättern an Gestalt gleich werden. — Bei manchen spiralig gebauten Blüthen (z. B. *Nymphaea*) finden sich Zwischenstufen zwischen Kronenblättern und Staubfäden, so dass der Uebergang ein ganz allmählicher ist.

Die Pollensäcke sind in den Antheren enthalten, gewöhnlich in jeder Antherenhälfte zwei übereinanderliegende, seltener je ein oder je vier Pollensäcke. Durch Aufspringen der Antheren wird der Pollen oder Blüthenstaub aus den Pollensäcken entleert, gewöhnlich in grossen Massen. Die Art des Aufspringens der Anthere ist schon durch ihren Bau vorgezeichnet, einige (z. B. *Erica*) öffnen sich durch ein rundliches Loch an der Spitze jeder Antherenhälfte, die meisten durch Längsspalten auf der Innenseite (d. h. der dem Blüthencentrum zugekehrten Seite) oder Aussenseite.

Wenn das Pollenkorn auf die Narbe (s. unten) gelangt, oder auch in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wächst die Intine zu einem oder mehreren langen Schläuchen, den Pollenschläuchen aus. Die Stellen, an welchen hiebei die Exine von der wachsenden Zelle durchbrochen wird, sind gewöhnlich schon durch die Structur, dünne Stellen oder deckelartige Bildungen der Exine vorgezeichnet und auch in ihrer Zahl bestimmt (1, 2, 3, 4 — 6 oder mehr).

Die Pollenkörner der Orchideen (und weniger anderer Pflanzen) trennen sich nicht von einander, sondern bleiben zu Massen, die den einzelnen Pollensäcken entsprechen, vereinigt.

Das **Gynaeceum** ist immer das Schlussgebilde der Blüthe, welches den Scheitel der Blüthenaxe einnimmt. Die Fruchtblätter (Carpelle) bilden hier bei den Angiospermen ein geschlossenes Gehäuse, Fruchtknoten (germen) genannt, welches die Samenknospen einschliesst. Betheiligen sich sämtliche Fruchtblätter einer Blüthe an der Bildung eines einzigen Fruchtknotens (oder ist überhaupt nur ein Fruchtblatt vor-

handen) so heisst die Blüthe monocarpisch *) (z. B. Mohn, Lilie, Wicke); wenn aber jedes einzelne Fruchtblatt sich mit seinen Rändern schliessend einen einzelnen Fruchtknoten bildet, so dass also die Blüthe mehrere Fruchtknoten und zwar so viele als Fruchtblätter enthält, so heisst die Blüthe polycarpisch (z. B. Ranunculus, Paeonia, Butomus).

Der Fruchtknoten (Fig. 113 *f*) verlängert sich nach oben gewöhnlich in einen dünneren Theil, den Griffel (Fig. 113 *g*), welcher oben eine drüsige Anschwellung oder Ausbreitung, die Narbe (Fig. 113 *n*) trägt.

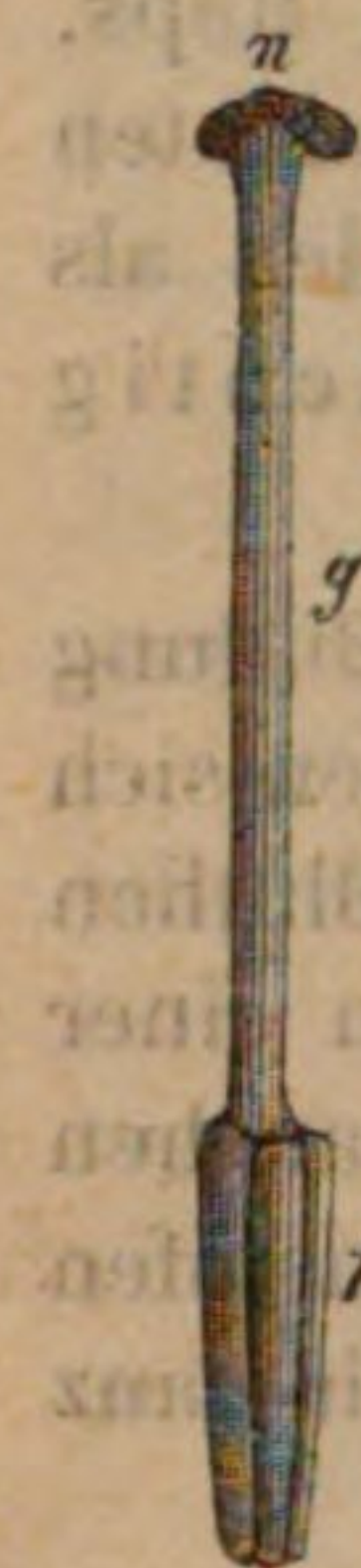


Fig. 113. Gynaecium der Lilie; *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe (nat. Gr.)

Wenn die Axe, wie gewöhnlich, gleichmässig fortwächst, so ist das Gynaecium als das deren Scheitel nächste Gebilde auch der oberste Theil der Blüthe; es steht oberhalb der Insertion der Blüthenhülle und der Staubfäden (Fig. 114 *H*); der Fruchtknoten heisst dann oberständig (germen superum), die Blüthe hypogyn oder unterweibig (z. B. Ranunculus, Mohn, Lilie, Primula); in einer grossen Anzahl von Blüthen aber werden Blüthenhülle und Androeceum von einem unteren Theil der Axe, welcher stärker wächst, auf einem ringförmigen Wall (Fig. 114 *P* und *E*, *aa*) emporgehoben, während der Scheitel der Axe in der Tiefe zurückbleibt. So wird der Fruchtknoten unterständig (g. inferum); und zwar sind zwei Fälle möglich: entweder stehen die Fruchtblätter in der Tiefe der von der Axe gebildeten Höhlung (Fig. 114 *P*) und bilden einen (oder mehrere) Fruchtknoten, der nur äusserlich von der Axe umgeben wird, allerdings nachträglich

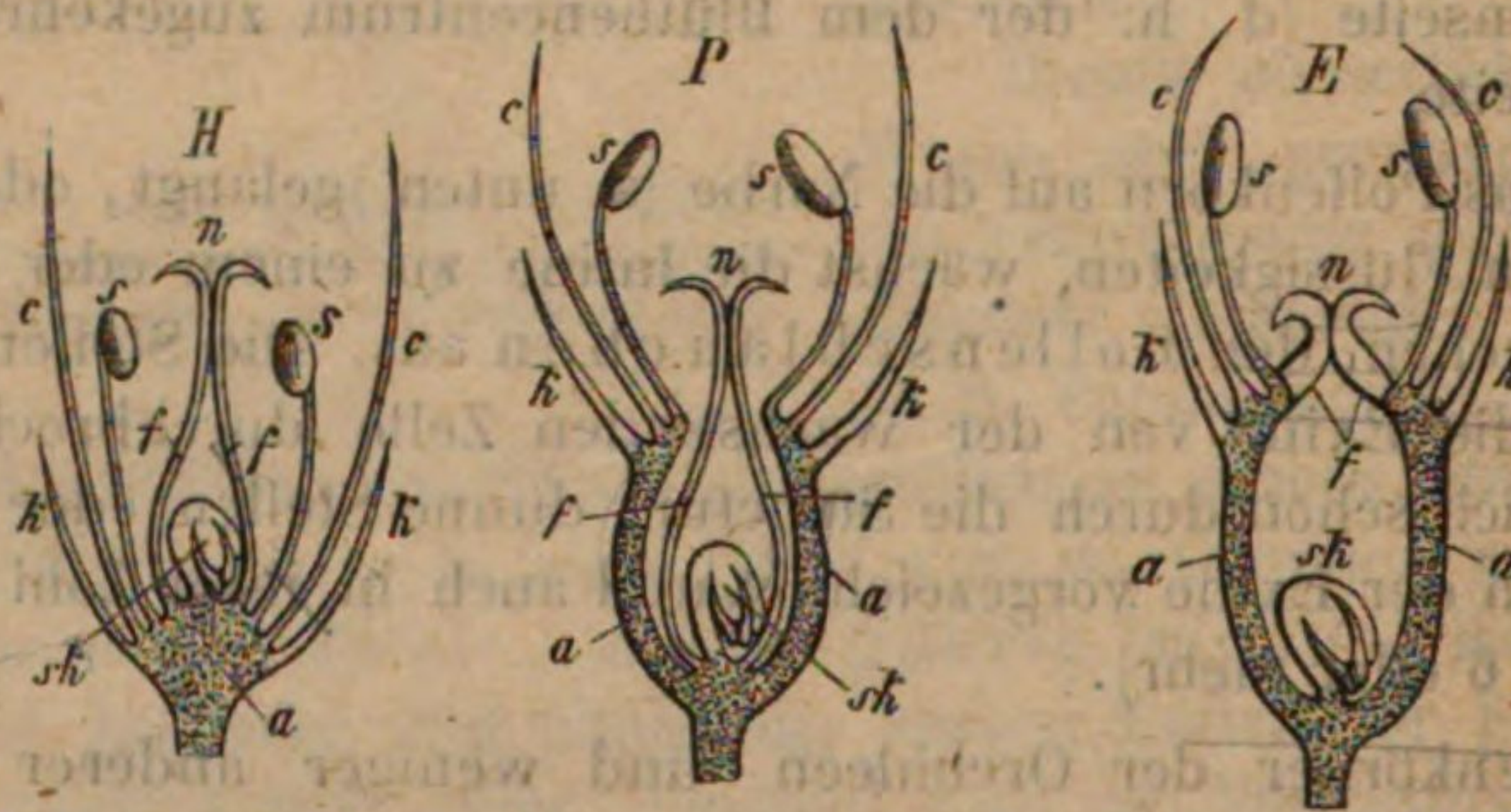


Fig. 114. Schematische Darstellung der hypogynen *H*, perigynen *P* und epigynen *E* Blüthe; es bedeutet überall *a* Axe, *k* Kelch, *c* Krone, *s* Staubfäden, *f* Fruchtblätter, *n* Narbe, *sk* Samenknope.

mit ihr verwachsen kann: perigyne Blüthen, z. B. Rose, Apfel; oder die Fruchtblätter entspringen am oberen Rande der Höhlung, die von der

*) Diese Ausdrücke sind nicht zu verwechseln mit den gleichlautenden für mono- und polycarpische Pflanzen (s. oben S. 130).

Axe selbst gebildet wird und schliessen sie nur nach oben ab: epigyne Blüthen, z. B. Kürbis, Doldengewächse (Fig. 114 E). Zwischen diesen Hauptformen gibt es mannichfache Uebergänge.

Der Fruchtknoten heisst *monomer*, wenn er nur von einem einzigen Carpell gebildet wird (Fig. 115 A), dessen Ränder an der der Mittelrippe gegenüberliegenden Seite mit einander verwachsen. Die Seite, an welcher die Mittelrippe verläuft, heisst Rücken (Fig. 115 A *r*), die entgegengesetzte Bauchnath (*b*). Die hiedurch von dem Carpell umschlossene Höhlung ist gewöhnlich nicht durch Scheidewände unterbrochen, sondern einfächerig (z. B. Wicke); nur selten treten durch Wucherungen der Innenseite falsche Scheidewände auf.

Treten dagegen zur Bildung eines Fruchtknotens mehrere Carpelle zusammen, so entsteht ein *polymerer* (nach der Anzahl der Carpelle speciell di-, tri-, tetramer etc.) Fruchtknoten. Derselbe ist einfächerig (Fig. 115 B), wenn die einzelnen Carpelle mit ihren Rändern einfach aneinanderwachsen, ohne dass dieselben nach innen vorspringen. Wachsen



Fig. 115. Schematische Querdurchschnitte von Fruchtknoten; *p* Placenta. A monomer einfächerig, *r* Rücken, *b* Bauchnath; B polymer einfächerig, C polymer mehrkammerig, D polymer mehrfächerig.

diese aber als Längsleisten in die Höhlung hinein, so wird der Fruchtknoten mehrkammerig (115 C), z. B. Mohn; die Kammern sind in der Mitte gegeneinander geöffnet. Mehrfächerig (Fig. 115 D) wird er dadurch, dass die hineinwachsenden Ränder sich in der Mitte berühren, ja selbst sich wieder zurück nach aussen biegen; hiedurch werden die einzelnen Fächer vollständig voneinandergetrennt; es kommen jedoch Fälle vor, wo die Ränder der Carpelle an den oberen Theilen nicht so weit hineinwachsen, sondern dort die beiden Ränder jedes einzelnen Carpells sich aneinanderschliessen, so dass der Fruchtknoten unten mehrfächerig polymer ist, oben aber in eine Anzahl einzelner monomerer Fruchtknoten auseinandergeht (z. B. Saxifraga). In allen diesen Fällen kann die Blüthenaxe im Innern der Fruchtknotenöhle emporwachsen und, wenn der Fruchtknoten mehrfächerig ist, mit dessen Scheidewänden verwachsen.

Auch in polymeren Fruchtknoten können durch Wucherung von der Fläche der Carpelle falsche Scheidewände entstehen; so ist der Fruchtknoten der Boragineen und Labiaten ursprünglich zweifächerig; jedes Fach wird aber durch je eine falsche Scheidewand in je zwei Klausen

getheilt; bei der Fruchtreife trennen sich dort diese vier Partien vollständig von einander.

Der unterständige Fruchtknoten epigynen Blüten ist nur selten monomer, d. h. so, dass nur ein Fruchtblatt die von der Axe gebildete Höhlung bedeckt; gewöhnlich ist er polymer, dabei kann er einfächerig, oder mehrfächerig sein, indem im letzteren Falle die Ränder der Carpelles an der inneren Wand der unterständigen Höhlung hinablaufen.

Der Griffel (*stylus*) (Fig. 443 g) ist die schmalere Verlängerung der Carpelles nach oben; monomere Fruchtknoten tragen nur einen Griffel, polymere so viele als Carpelles vorhanden sind, die aber sowohl mit einander zu einem verwachsen und bisweilen oben frei, als auch ganz frei, selbst jeder einzelne wieder verzweigt sein können. Der Griffel steht ursprünglich auf der Spitze des Fruchtknotens; manchmal wird er durch stärkeres Wachstum des Fruchtblattes auf der Rückenseite, an dessen Innenseite verschoben, am stärksten bei den Boragineen und Labiatis, wo er als Verlängerung der Blütenaxe erscheint und von den vier nach oben abgerundeten Theilen des Fruchtknotens umgeben wird (s. Fig. 479). Bisweilen bleibt der Griffel sehr kurz und erscheint dann nur als Einschnürung zwischen Fruchtknoten und Narbe (z. B. Mohn). Selten ist er innen hohl, dagegen meistens von einem lockeren Gewebe durchzogen, durch das die Pollenschläuche leicht hindurchwachsen können.

Die Narbe (*stigma*) (Fig. 443 n) ist das oberste Ende des Fruchtblattes, ausgezeichnet durch die Bekleidung mit Papillen, oft auch mit Haaren und durch die Ausscheidung klebriger Flüssigkeit, welche die darauf gelangten Pollenkörner festhält und zum Austreiben der Pollenschläuche veranlasst. Oft ist die Narbe als lappige Ausbreitung vom Griffel scharf geschieden; bisweilen macht sie sich bloss als papillöser Theil des Griffels, sei es an dessen Ende oder Seite bemerkbar. Bei Papaver u. a. sitzt sie als scheibenförmige Ausbreitung auf dem Fruchtknoten; seltener (*Pleurogyne*) läuft sie in Form papillöser Streifen auf dem Fruchtknoten selbst herab.

Die Samenknochen sind immer in die Höhlung des Fruchtknotens eingeschlossen, bald nur eine, bald in geringerer oder grösserer Anzahl. Sie sind meistens Anhangsgebilde der Fruchtblätter, carpellbürtig, in manchen Fällen aber auch besondere Organe, die in der Höhlung von der Blütenaxe entspringen, axenbürtig. Der Theil der Fruchtblätter oder der Axe, welcher die Samenknochen trägt, heisst *Placenta* (Fig. 445 p).

Die carpellbürtigen Samenknochen sind meistens randständig, d. h. die Placenta nimmt einen Theil oder den ganzen Längsrand des einzelnen Carpells ein und trägt eine Samenknoche oder eine (seltener mehrere) Längsreihen (Fig. 445 p). Seltener sind sie flächenständig, d. h. sie entspringen aus der ganzen Innenfläche der Carpelles, wobei gewöhnlich der Mittelnerv frei bleibt.

Die axenbürtigen Samenknospen entspringen bald einzeln am Grund der Fruchtknotenhöhle (Fig. 102 und 144), theils neben dem Axenscheitel (z. B. bei den Compositen), theils auch in dessen Verlängerung (z. B. Piperaceen, Polygoneen), bald auf einem besonderen Träger, einer aus der Axe in die Fruchtknotenhöhle emporwachsenden Placenta (z. B. bei den Primulaceen Fig. 146 S).

Die häufigste Form der Samenknospen bei den Angiospermen ist die anatrophe.

Die Richtung der Samenknospen ist verschieden, aufrecht, hängend, wagerecht, schräg aufrecht (aufsteigend).

Die Nectarien sind drüsige Secretionsorgane, welche einen riechenden oder schmeckenden, meist süßen Saft ausscheiden, der von den Insecten aufgesucht wird. Sie sind kein besonderer Theil der Blüthe, sondern bilden sich an den übrigen Blattgebilden, so an der Basis der Staubfäden bei Rheum, als fleischige Polster auf den Carpellern bei den Umbelliferen, als Wucherung der Blütenaxe unter den Carpellern bei Citrus. Wenn sie einen ringförmigen Wall oder ein Polster bilden, werden sie gewöhnlich als Discus bezeichnet (z. B. Rhamneen). Bisweilen werden jedoch einzelne Blattgebilde der Blüthe durch die Nectarienbildung ihrer eigentlichen Function ganz entfremdet und in ihrer Form erheblich verändert, so bei Gesneraceen einer der fünf Staubfäden, die Kronblätter von Helleborus, Aquilegia, das eine von Viola u. a.

Stellungsverhältnisse und Zahl der Blüthentheile. Spiralig gebaute Blüthen, bei welchen die Grenzen der Formationen nicht mit ganzen Umgängen der Spirale zusammenfallen, in denen also keine Kreise existiren, heissen acyclisch (z. B. Nymphaea); solche spiralig gebaute Blüthen dagegen, wo scharf abgegrenzte Kreise hervortreten, heissen hemicyclisch (z. B. Aconitum); cyclische Blüthen endlich werden diejenigen genannt, deren Kreise wirkliche Quirle sind.

Die Quirle der cyclischen Blüthen sind meistens alternirend; ist dies bei sämtlichen Quirlen einer Blüthe der Fall und sind diese alle gleichzählig, so heissen sie eucyclisch (z. B. Lilie mit fünf dreizähligen alternirenden Quirlen).

Die Zahl der Kreise in einer Blüthe wird ausgedrückt durch die Bezeichnungen: tetra-, penta-, hexacyclisch etc., wenn vier, fünf oder sechs

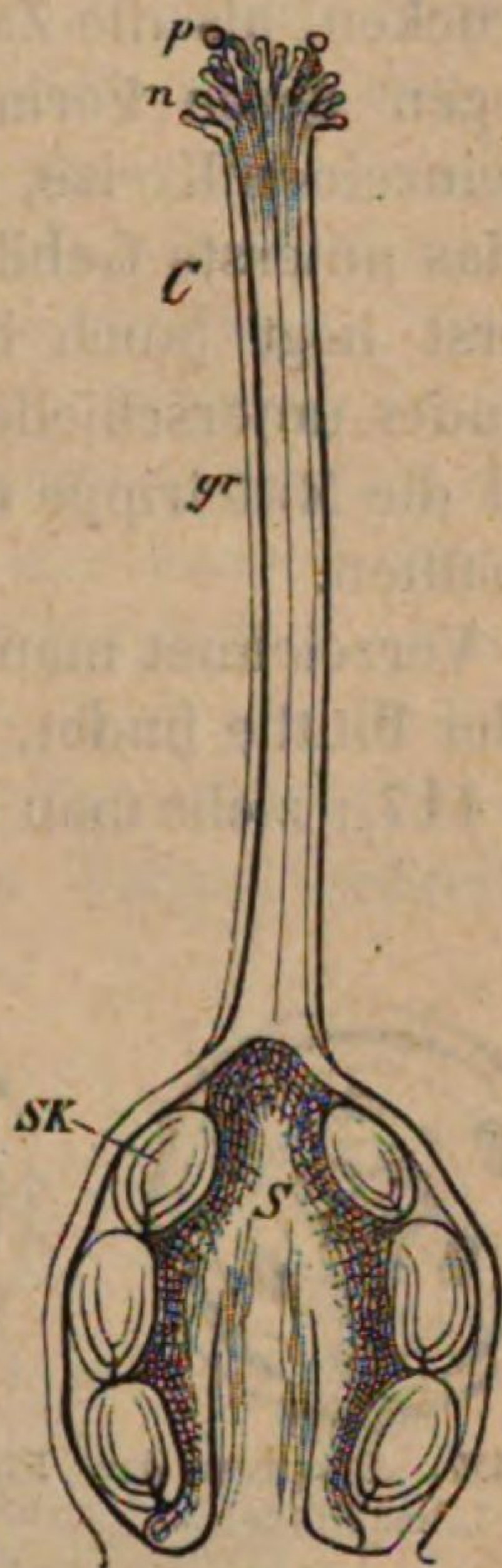


Fig. 116. Fruchtknoten von *Anagallis arvensis*, im Längsschnitt (vergr.) S die axile Placenta mit den Samenknospen SK; gr Griffel, p Pollenkörner auf der Narbe n (nach Sachs).

Kreise vorhanden sind; die Anzahl der Glieder in einem Kreise durch: di-, tri-, tetra-, pentamer, wenn jeder Kreis zwei, drei, vier, fünf Glieder enthält; die Lilienblüthe z. B. ist also pentacyclisch trimer.

Diese Verhältnisse werden ähnlich, wie die oben §. 27 im Allgemeinen betrachteten Stellungsverhältnisse der Blätter, durch Diagramme, veranschaulicht. Es ist zweckmässig, durch die Diagramme nichts auszudrücken, als die Zahl und die Stellungsverhältnisse der Blüthentheile, dagegen deren Form und Verwachsungen unberücksichtigt zu lassen. Die einzelnen Kreise, welche stets so aufgetragen werden, dass der Kelch als das unterste Gebilde zu äusserst, das Gynaeceum als das oberste zu innerst liegt (auch bei epigynen Blüthen); werden durch Zeichen von einander unterschieden, die an deren Form erinnern; an den Kelchblättern wird die Mittelrippe angedeutet, an den Staubfäden die beiden Antherenhälften.

Verzeichnet man in einem Diagramm die Verhältnisse, wie man sie an der Blüthe findet, so erhält man das empirische Diagramm (z. B. Fig. 117); zieht man jedoch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen



Fig. 117. Diagramm der Lilienblüthe.



Fig. 118. Diagramm der Grasblüthe.



Fig. 119. Diagramm der Cruciferenblüthe; die medianen Staubfäden verdoppelt.



Fig. 120. Diagramm der Blüthe von Dictamnus, mit einem interponirten (in der Figur schraffirten) Staubfadenkreis.

und Vergleichung mit verwandten Pflanzen herbei, so findet man eine gewisse Uebereinstimmung im Bau der Blüthen; die Verschiedenheiten beruhen, abgesehen von der verschiedenen Form der Theile, in dem Fehlen eines oder des anderen Kreises, oder des einen oder des anderen Gliedes eines Kreises (Abortus, Fehlschlagen), seltener auch in der Vermehrung der Kreise und Glieder. Bezeichnet man die fehlenden (nicht sichtbaren, sondern durch Studium ergänzten) Glieder durch Punkte, so wird das Diagramm dem einer anderen Blüthe ganz ähnlich und man erhält so ein theoretisches Diagramm; hiedurch kommt man zur Aufstellung von Typen, welche einer grossen Anzahl von Blüthen gemeinsam sind; so stellt z. B. das empirische Diagramm der Lilienblüthe Fig. 117 zugleich den Typus für die Grasblüthe Fig. 118 vor, in welcher gewisse Glieder fehlgeschlagen sind.

Unter den Vermehrungen ist besonders hervorzuheben das sog. *Dedoublement* oder Verdoppelung, nämlich die Anordnung, dass an Stelle eines Gliedes zwei auftreten (Fig. 119); interponirt heissen

solche Kreise, welche zwischen den typischen Kreisen, nachträglich auftreten, gleichsam eingeschoben sind, ohne die Alternation der übrigen zu stören (Fig. 120).

Die Zahlen- und Stellungsverhältnisse der Blüthentheile lassen sich ausser durch Diagramme auch durch Formeln ausdrücken, in denen ebenso wie bei den Diagrammen der Uebersichtlichkeit halber alle übrigen Eigenthümlichkeiten als Verwachsungen, Ausbildung u. s. w. grösstentheils unberücksichtigt bleiben. So entspricht z. B. dem Diagramm Fig. 117 die Formel $K_3 C_3 A_{3+3} G_3$, wodurch gesagt ist, dass Kelch (K) und Krone (C) aus je einem, das Androeceum (A) aus zwei und das Gynaeceum (G) aus einem dreigliederigen Kreise bestehen, welche sämmtlich mit einander alterniren. In theoretischen Formeln wird die Zahl der Glieder, wenn sie schwankt, durch Buchstaben ersetzt; so ist z. B. $K_n C_n A_{n+n} G_n$ die theoretische Formel für die meisten Monocotyledonen. Das Fehlen der Kreise wird durch die Ziffer 0, das einzelner Glieder durch Punkte angedeutet; so ist z. B. $K_0 C_3 A_{3+0} G_3$ die Formel der Grasblüthe Fig. 118; zieht man noch einige dem Typus sich nähernde Blüthen anderer Gräser bei, so lässt sich die Formel schreiben: $K_{(3)} C_3 A_{3(+3)} G_3$; die Klammer bedeutet, dass die betreffenden Kreise fehlen können; so gilt die Formel für alle Grasblüthen. Einige weitere in den Formeln angebrachte Bezeichnungen werden an geeigneter Stelle erklärt werden.

Symmetrie der Blüthe. Ein Blick auf Fig. 121 genügt, um zu sehen, dass die hier abgebildete Blüthe durch eine, und zwar nur durch eine senkrechte Ebene in zwei symmetrische, d. h. einander wie Spiegelbilder gleiche Hälften getheilt werden kann. Diese Ebene (die Figur in der Richtung von oben nach unten schneidend) ist hier der Medianschnitt der Blüthe, d. h. sie nimmt auch die Mutteraxe der Blüthe in sich auf; die der Mutteraxe zugekehrte Seite der Blüthe heisst die hintere; die entgegengesetzte, also dem Deckblatt zugewendete, heisst die vordere. (In den Diagrammen wird die Lage der Mutteraxe zur Blüthe durch einen an die hintere Seite der Blüthe gesetzten Punkt angedeutet). Eine auf dem Medianschnitt senkrechte Ebene (welche die Fig. 121 in der Richtung von rechts nach links schneiden würde), heisst der Lateralschnitt.

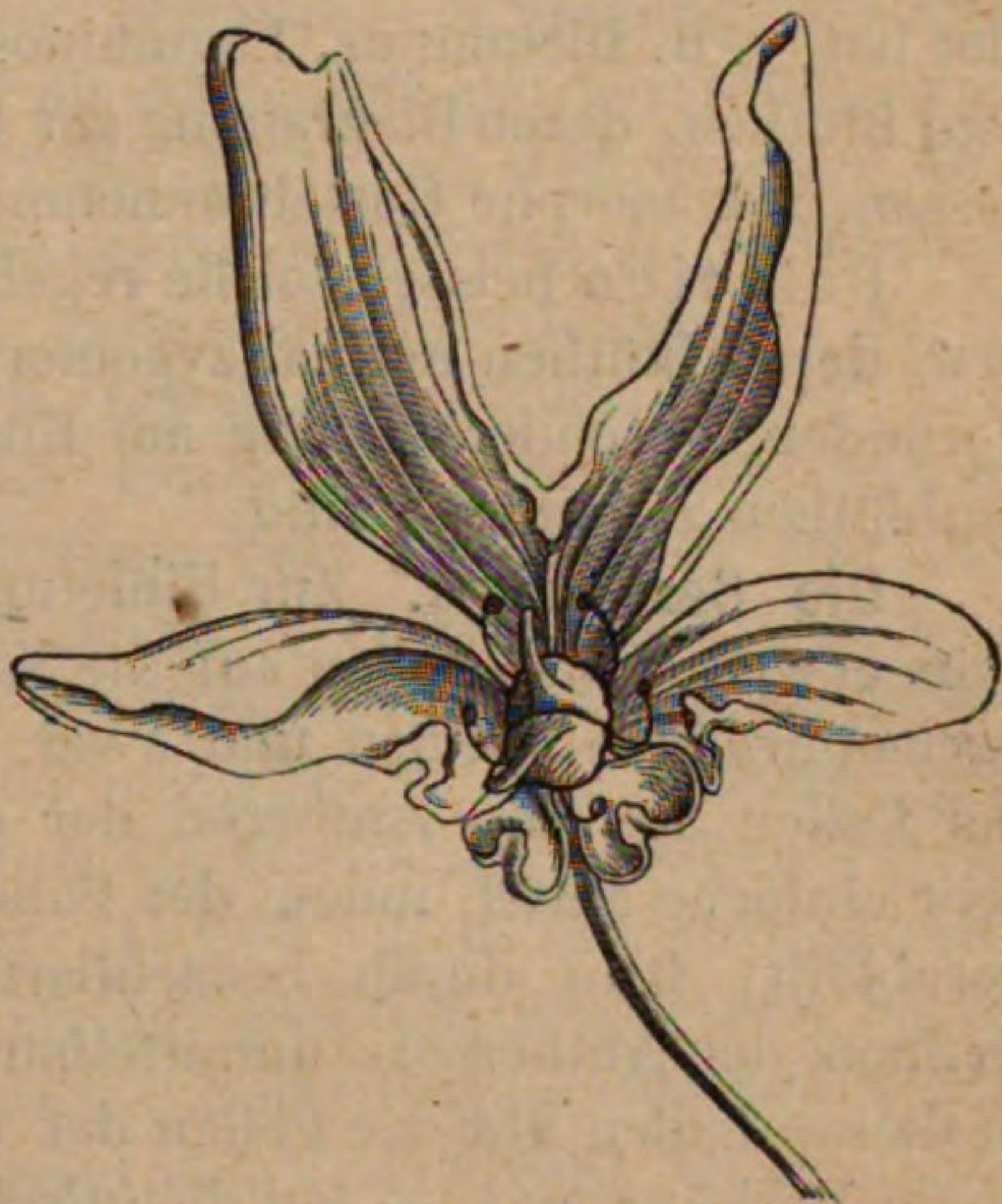


Fig. 121. Blüthe von *Heracleum* mit zygomorpher Corolle (vergr.) (nach Sachs).

Solche Blüthen nun, welche, wie Fig. 121, nur durch einen einzigen Schnitt (sei es nun der Medianschnitt oder ein anderer), symmetrisch getheilt werden können, heissen einfach symmetrisch, monosymmetrisch oder zygomorph, in systematischen Werken unregelmässig genannt. Gibt es mehrere solcher Schnitte, welche eine Blüthe symmetrisch theilen, so heisst diese mehrfach symmetrisch, oder polysymmetrisch; es sind dann wieder zwei Fälle möglich: entweder ist die Blüthe regelmässig, d. h. sämtliche durch jene Schnitte erhaltenen Hälften sind einander gleich, mit anderen Worten: die Blüthe lässt sich in eine Anzahl gleicher Sektoren theilen (z. B. die Diagramme Fig. 117 und 120); oder aber die durch den einen Schnitt erhaltenen Hälften sind verschieden von den durch einen anderen Schnitt erhaltenen, solche Blüthen heissen ebenfalls zygomorph. Unregelmässig oder asymmetrisch heissen wir eine Blüthe nur dann, wenn sie in gar keiner Weise symmetrisch getheilt werden kann.

Diese Ausdrücke beziehen sich sowohl auf die Stellungs- und Zahlenverhältnisse, wie sie im Diagramm ausgedrückt werden, als auch auf die Gestalt der fertigen Blüthe. Es kommt sehr häufig vor, dass eine der Anlage nach mehr oder minder regelmässige Blüthe sich zygomorph ausgebildet hat, z. B. Dictamnus, Leguminosen, Labiaten, sowie auch dass spirallige Blüthen, deren Diagramme gar keine derartigen Verhältnisse erkennen lassen, zygomorphe Gestalt annehmen, z. B. Aconitum.

Pelorien heissen solche regelmässige Blüthen, welche sich an Pflanzen, deren Blüthen normal zygomorph ausgebildet sind, abnormer Weise vorfinden, besonders häufig am Ende von Inflorescenzaxen, deren Seitenblüthen zygomorph sind.

Die Bestäubung. Zur Einleitung der Befruchtung muss, wie bereits erwähnt, der Pollen auf die Narbe gelangen; bei einer Anzahl von hermaphroditen Blüthen und zwar bei kleinen, unscheinbaren, gelangt der Pollen aus den Antheren der gleichen Blüthe auf die Narbe durch sehr einfache Mittel, indem der Pollen bald auf die tiefer stehende Narbe herabfällt, bald durch benachbarte Stellung der beiden Organe beim Oeffnen der Anthere in unmittelbare Berührung mit der Narbe gelangt. In diesen Fällen übt der Pollen der eigenen Blüthe vollkommen befruchtende Wirkung aus. — Bei diclinischen Blüthen ist es selbstverständlich, dass der Pollen aus fremden Blüthen auf die Narbe kommen muss; es ist aber eine Anzahl von Pflanzen mit hermaphroditen Blüthen bekannt, in welchen gewöhnlich eine Uebertragung des Pollens aus anderen Blüthen, Fremdbestäubung, stattfindet. Diese Rolle der Uebertragung wird für manche unscheinbare Blüthen, z. B. von Getreidearten, vom Winde übernommen, für diejenigen Blüthen aber, welche durch Grösse, Farbe, Geruch, reiche Honigabsonderung sich auszeichnen, besorgen die Insecten, welche des Honigs halber, sowie um den Pollen als Nahrungsmittel für sich zu sammeln, die Blumen aufsuchen, die Uebertragung. In

einigen dieser Fälle ist es constatirt, dass nur der Pollen fremder Blüthen befruchtende Wirkung ausübt, dass der eigene Pollen der Blüthe unfruchtbar, selbst geradezu schädlich ist, folglich Fremdbestäubung nothwendig ist; in anderen Fällen ist der eigene Pollen zwar nicht unfruchtbar, aber doch in geringerem Grade befruchtungsfähig, als der fremde; hier ist also Fremdbestäubung vortheilhaft; in noch anderen Fällen endlich ist die befruchtende Wirkung des eigenen Pollens ebenso gross, als die des fremden, und es liegt hier also der Vortheil der Fremdbestäubung offenbar nur in der kräftigeren Nachkommenschaft, welche durch die Vermischung verschiedener Individuen entsteht.

In solchen Blüthen, für welche Fremdbestäubung nothwendig oder nützlich ist, sind nun Einrichtungen der mannigfaltigsten Art getroffen, einerseits um die Selbstbestäubung zu verhindern oder zu beschränken, andererseits um die Fremdbestäubung zu ermöglichen; endlich auch, um im Falle des Ausbleibens der Fremdbestäubung schliesslich noch Selbstbestäubung zu bewirken; letzteres natürlich nur da, wo der eigene Pollen befruchtungsfähig ist; es leuchtet ja ein, dass eine, wenn auch nicht sehr ausgiebige Befruchtung mit eigenem Pollen immer noch nützlicher ist, als gar keine.

Unter den Einrichtungen, welche die Selbstbestäubung verhindern, ist die einfachste die, dass vermöge der gegenseitigen Stellung von Antheren und Narbe der Pollen nicht auf die Narbe der gleichen Blüthe von selbst gelangen kann (z. B. *Aristolochia* Fig. 422); oder aber in einer Anzahl von Blüthen verkümmern die männlichen, in anderen die weiblichen Organe, d. h. sie sind wohl vorhanden, aber nicht functionsfähig; es ist dies eine Annäherung an Diclinie, z. B. bei der Feuerlilie, in der man gewöhnlich in den einen Blüthen die Fruchtknoten, in den andern die Antheren verkümmert findet; drittens sehr häufig ist die Dichogamie, d. h. die Einrichtung, dass beiderlei Organe sich ungleichzeitig entwickeln; die Blüthen sind dann entweder protandrisch, d. h. die Staubgefässe jeder Blüthe entwickeln sich zuerst und haben den Pollen schon entleert, wenn die Narbe der gleichen Blüthe fähig wird Pollen aufzunehmen; oder protogyn, d. h. die Narben entwickeln sich schon, bevor die Antheren der gleichen Blüthe den Pollen entlassen; in letzterem Falle ist natürlich Selbstbestäubung nur dann ausgeschlossen, wenn die Narbe während des Verstäubens schon abgewelkt ist; es gibt aber auch protogyne Blüthen, in denen die Narbe lange Zeit frisch bleibt, also doch durch eigenen Pollen bestäubt werden kann.

Unter den Einrichtungen, welche die Fremdbestäubung durch Insecten ermöglichen, sind zunächst die Anlockungsmittel der Blüthen für die Insecten, als lebhafte Farben, Geruch, reiche Honigabsonderung zu erwähnen; viele Farbenzeichnungen erfüllen die Aufgabe, den Insecten den Zugang zum Honig bemerkbar zu machen. Die Form der Blüthen, die Lage des Honigs, die Stellung und Richtung der Staubgefässe zu den übrigen Blüthentheilen, besonders den Narben, die zeitliche Aufeinander-

folge in der Entwicklung der Blüthentheile, alle diese Umstände wirken in den mannigfaltigsten Combinationen zusammen, um die Fremdbestäubung zu sichern, sowie auch bisweilen, um nur bestimmten Insecten, z. B. Schmetterlingen mit langen Rüsseln, den Zugang zu gestatten. Freilich gibt es auch Fälle, wo die Insecten gelegentlich auch Pollen der eigenen Blüthe mit der Narbe in Berührung bringen.

Als einer ziemlich einfachen Erscheinung sei hier besonders der Heterostylie (Dimorphismus) gedacht, welche z. B. bei den Schlüsselblumen, Pulmonarien u. a. vorkommt. Diese Pflanzen haben zweierlei Blüthen; in den einen sind die Staubfäden kurz und die Griffel viel länger, so dass die Narbe oberhalb der Antheren steht; in den anderen stehen umgekehrt die Antheren auf langen Staubfäden über der Narbe, und zwar so, dass die Antheren in der einen Blüthenform auf derselben Höhe stehen, wie die Narben der anderen. Da nun durch die Lage der Nectarien und die Form der übrigen Blüthentheile ein die Blüthe besuchendes Insect genöthigt wird, bei jedem Besuche die gleiche Stellung einzunehmen, so streift es mit demselben Körpertheil, mit dem es in der ersten Blüthe die Antheren berührt und Pollen hinweggenommen hat, in der folgenden die Narbe und legt den an ihm hängen gebliebenen Pollen ab. Versuche mittels künstlicher Uebertragung des Pollens haben nun gezeigt, dass dann die ausgiebigste Befruchtung eintritt, wenn die auf gleicher Höhe stehenden Organe zusammenwirken. Das Gleiche

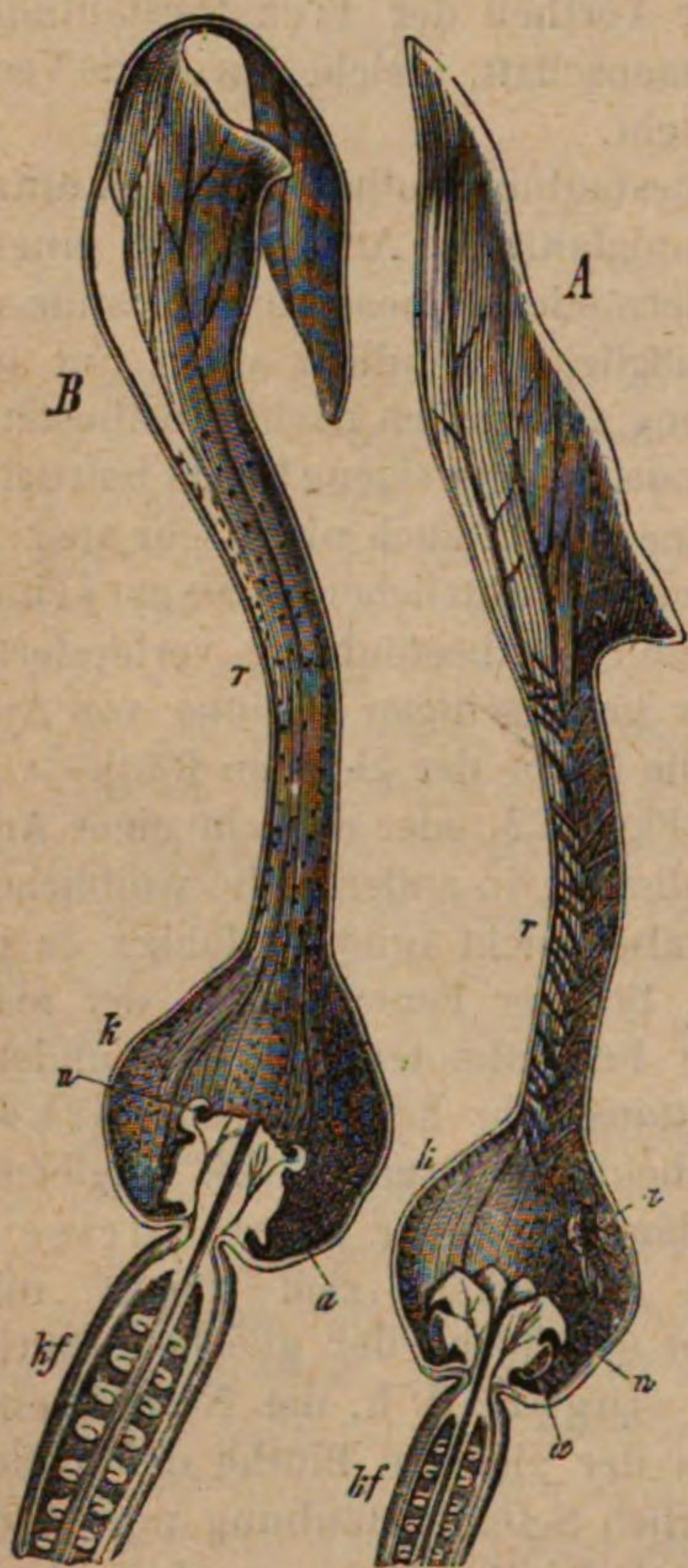


Fig. 122. Blüthe von *Aristolochia*, A vor, B nach der Befruchtung; r Röhre des Perigons, k Kessel desselben, n Narbe, a Antheren, l ein Insect; kf Fruchtknoten (nach Sachs).

gilt von den trimorphen Pflanzen, z. B. *Oxalis*, wo dreierlei Blüthen mit drei verschiedenen Längen des Griffels und der beiden Staubfadenkreise vorkommen.

Als Beispiele complicirter Einrichtungen zum Zweck der Fremdbestäubung mögen hier *Aristolochia* und *Epipactis*, eine Orchidee, beschrieben werden.

Die Blüthe von *Aristolochia Clematitis* (Fig. 122) ist protogyn; die Insecten können durch die Röhre des Perigons (Fig. 122 *r*), welche mit abwärts gekehrten Haaren ausgekleidet ist, ungehindert eintreten und auf der Narbe den mitgebrachten Pollen abstreifen; die Haare der Röhre wehren ihnen aber den Ausgang. Wenn die Narbe bestäubt ist, schlagen sich deren Lappen (Fig. 122 *A* und *Bn*) nach oben und machen so die sich öffnenden Antheren zugänglich; das Thier (Fig. 122 *l*), welches fortwährend Versuche macht, dem Gefängniss zu entkommen, kriecht nach unten, wo sich ihm der ausfallende Pollen anhängt; um diese Zeit schrumpfen die Haare der Röhre und das Insect kann, mit Pollen beladen, entweichen, um denselben trotz der gemachten Erfahrung in eine zweite Blüthe zu tragen.

Die eben befruchtungsfähig gewordenen Blüthen sind aufrecht und die Röhre des Perigons ist oben geöffnet, so dass das Insect ungehindert eintreten kann; nach der Befruchtung aber neigt sich der Stiel abwärts und die Röhre wird durch den grossen Lappen des Perigons geschlossen, so dass also die Insecten nicht in die Lage kommen, bereits befruchtete Blüthen zu besuchen.

In der Blüthe von *Epipactis* sitzt die Anthere über der Narbe und entlässt nicht einzelne Pollenkörner, sondern die ganzen Pollensäcke werden bei Berührung eines klebrigen Theils der Narbenfläche (des Rostellum *h* Fig. 123) sammt diesem hinweggenommen. Das Insect kriecht in die Blüthe, um den in der Höhlung des einen Perigonblattes (des Labellum *l* Fig. 123) abgesonderten Nectar zu holen und zieht beim Herauskriechen das Rostellum

sammt den Pollenmassen hinweg, ähnlich wie die Bleistiftspitze *b* in Fig. 123, trägt es mit sich fort und setzt es in der nächsten Blüthe an die Narbe ab.

Bei den häufigen Fremdbestäubungen ist es unvermeidlich, dass auch Pollen anderer Pflanzenarten auf die Narbe einer Blüthe gebracht wird; während nun der Pollen von systematisch weit verschiedenen Pflanzen ohne alle Wirkung ist, hat der naheverwandter Arten, namentlich der nämlichen Gattung in gewissen Gruppen befruchtende Wirkung und es entsteht durch diese Befruchtung, Kreuzung, eine Pflanze, welche

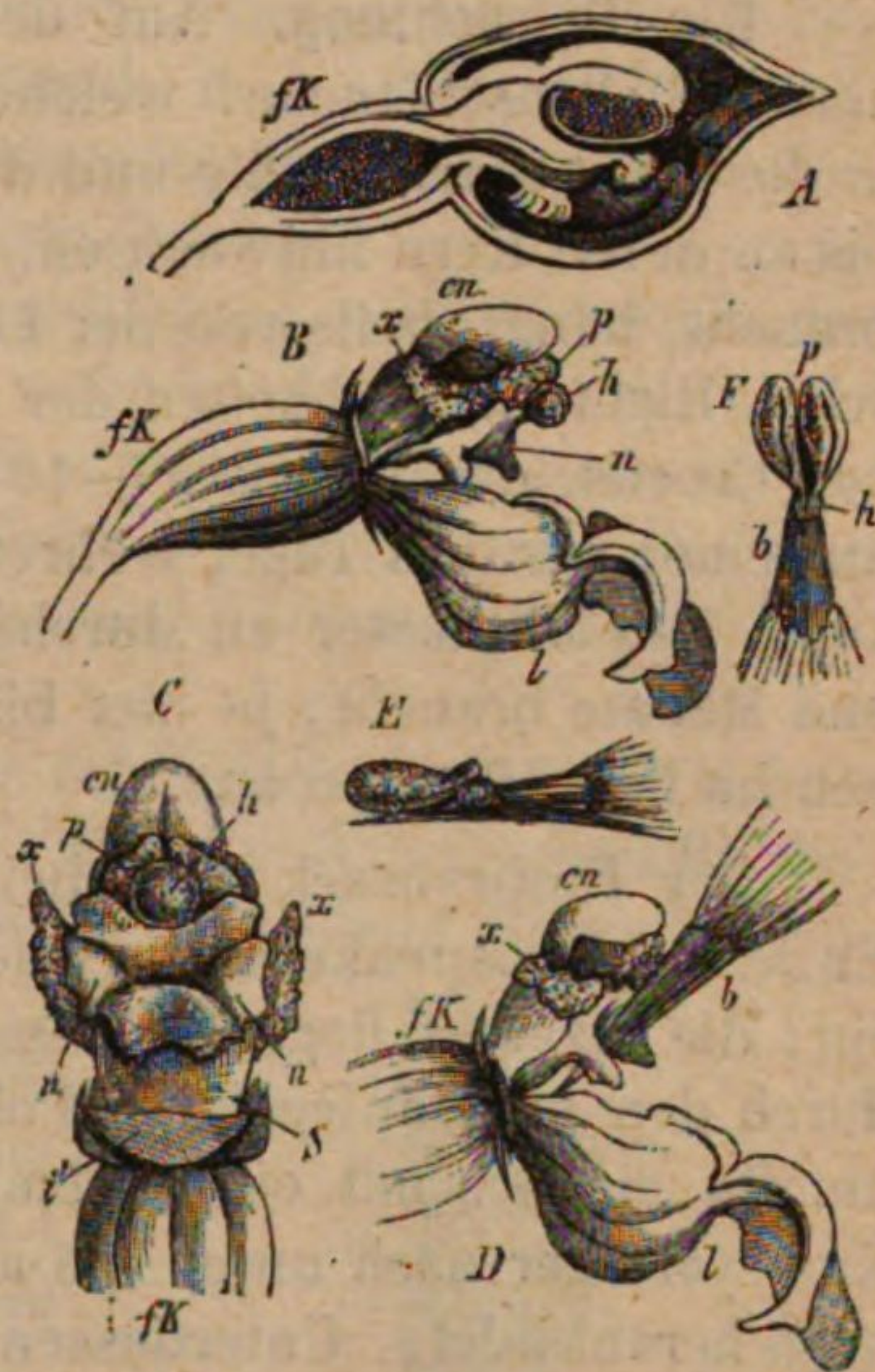


Fig. 123. *Epipactis latifolia*. A Längsschnitt einer Blüthenknospe, B ganz offene frische Blüthe nach Wegnahme der Perigontheile mit Ausnahme des Labellums *l*, C nach Wegnahme aller Perigontheile von vorn gesehen. *fK* Fruchtknoten; *l* Labellum; *n* Narbe, *cn* Connectiv der Anthere, *p* die beiden Pollenmassen, *h* Rostellum; *xx* die 2 seitlichen Staminodien. D eine Bleistiftspitze *b* nach Art eines Insectenrüssels eingeführt, E und F dieselbe wieder herausgezogen mit den daran haftenden Pollenmassen *p* und Rostellum *h* (nach Sachs.).

die Eigenschaften der beiden Stammeltern in gewissem Maasse vereinigt und als Bastard, Blending oder hybrid bezeichnet wird. Die Bastarde selbst sind für sich meistens unfruchtbar, können sich aber mit ihren Stammeltern oder anderen verwandten Arten wiederum kreuzen. Während in einigen Gattungen z. B. *Salix*, *Cirsium*, Bastarde sehr leicht entstehen, ist eine Bastardirung bei anderen unter sich ganz nahe verwandten Pflanzen, z. B. Apfel- und Birnbaum, auch künstlich noch nie gelungen.

Die Befruchtung. Auf der Narbe angelangt, treiben die Pollenkörner Pollenschläuche, welche durch das Gewebe des Griffels hindurch in die Fruchtknotenhöhle und durch die Mikropyle je einer Samenknospe bis an deren Kern hinwachsen. Die Zeit, welche der Pollenschlauch hiezu braucht, hängt theils von der Länge dieses Wegs, theils auch von specifischen Eigenthümlichkeiten der Pflanze ab; so braucht der Pollenschlauch von *Crocus*, um den etwa 5–10 Centimeter langen Griffel zu durchsetzen, nur einen bis drei Tage, während er bei Orchideen, wo er einen Weg von kaum 2–3 Millimeter zu durchsetzen hat, mehrere Tage, selbst Wochen und Monate braucht; ja hier bilden sich inzwischen erst die Samenknospen im Fruchtknoten aus.

Der Embryosack liegt bei den Angiospermen immer am vorderen Ende des Knospenkerns, ja wächst manchmal selbst in die Mikropyle hinein; die Eizellen liegen in dessen vorderem Ende; eine derselben wird durch den sich anlegenden Pollenschlauch befruchtet. In Folge dessen umgibt sie sich mit einer Membran und wächst zu einem meist kurzen Embryoträger nach unten hin aus, an dessen unterem Ende sich der Embryo heranbildet. Unterdessen erfüllt sich der übrige Raum mit Endosperm, welches meist anfänglich durch freie Zellbildung, in mehreren Fällen jedoch durch Theilung des Embryosacks entsteht.

In diesem Endosperm werden Nahrungsstoffe abgelagert, welche vom Keimpflänzchen in der ersten Zeit seiner Weiterentwicklung, bei der Keimung verbraucht werden. In vielen Samen wird aber das Endosperm durch den sich ausbildenden Embryo ganz oder grösstentheils wieder aufgesogen; die Nahrungsstoffe werden dann bald in dem sich vermehrenden Gewebe des Knospenkerns (z. B. *Canna*, Pfeffer), dem Perisperm, bald aber auch im Keim selbst, in dessen dann mächtig heranwachsenden Cotyledonen abgelagert (z. B. Bohne, Rosskastanie).

Die Frucht. Die Folgen der Befruchtung äussern sich nicht blos darin, dass die Eizelle zum Embryo und die Samenknospe zum Samen wird, sondern erstrecken sich auf das ganze Gynaecium, bisweilen auch noch auf andere Blüthentheile. Als Frucht im strengen Sinne bezeichnet man dasjenige, was in Folge der Befruchtung aus dem Gynaecium wird. Betheiligen sich an der Bildung des nach der Befruchtung sich entwickelnden, die Samen einschliessenden Organs, der im gewöhnlichen Leben

sogenannten Frucht, noch andere Blüthentheile, so heisst dasselbe Scheinfrucht.

Eine solche Scheinfrucht ist z. B. der Apfel; denn die äussere fleischige Partie gehört dem den Fruchtknoten (das sog. Kerngehäuse) einschliessenden Axentheil der perigynen Blüthe an, welcher oben noch die Kelchblätter trägt; die sog. Kerne des Apfels sind die Samen. Ferner die Erdbeere, an welcher der Blütenboden (also ebenfalls die Axe) fleischig wird, heranwächst und die einzelnen einfächerigen Früchte in Form harter Körnchen einschliesst. Ein Beispiel einer anderen Scheinfrucht ist die Feige, nämlich ein fleischiger Blütenstand, d. h. eine Axe, welche zahlreiche einzelne Blüthen trägt; diese sitzen in der Höhlung der Feige und die einzelnen Früchte erscheinen als harte Körnchen.

In anderen Fällen betheiligt sich an der Bildung einer Scheinfrucht eine aus Blättern gebildete Hülle (Cupula), welche erst nach der Befruchtung heranwächst und entweder eine einzelne Frucht, wenigstens theilweise, einschliesst (z. B. der Napf an der Eichel), oder mehrere einzelne Früchte (z. B. die haarige dreiklappig aufspringende Hülle der Buchenfrucht, die stachelige Hülle der echten Kastanie).

Die Sammelfrucht (Syncarpium) bildet sich aus den in Mehrzahl vorhandenen monomeren Fruchtknoten einer polycarpischen Blüthe z. B. Ranunculus, auch die Himbeere, wo die einzelnen Fruchtknoten fleischig werden.

Die Theilfrucht (Mericaipium) dagegen entsteht durch die Trennung der Fächer eines mehrfächerigen Fruchtknotens während der Reife, so dass später scheinbar mehrere einzelne Früchte vorhanden sind, z. B. Umbelliferen (Fig. 124), Boragineen, Ahorn.

In manchen mehrfächerigen Fruchtknoten wird nur ein Fach weiter ausgebildet, welches allein Samen enthält (z. B. Valeriana, Eichel); die übrigen schlagen fehl. — Sehr selten kommt es vor, dass eine Frucht sich ausbildet, ohne dass Samen und Embryonen gebildet werden, so bei einer kernlosen Sorte von Weintrauben.

Die Wandung des Fruchtknotens wird bei der Bildung ächter Früchte zur Fruchtschale, Pericarpium; dasselbe lässt im Allgemeinen drei Schichten von Geweben unterscheiden, zu äusserst das Epicarp, in der Mitte das Mesocarp und zu innerst das Endocarp. Je nach der Beschaffenheit dieser Gewebe, ob sie trocken oder saftig, hart oder weich sind, sowie nach der Art, wie die Frucht sich öffnet,



Fig. 124. *Carum Carvi*, eine Umbellifere, A Fruchtknoten der Blüthe (*f*); B reife Frucht; die beiden Fächer werden zu zwei Mericarpien (*m*); ein Theil der Scheidewand bildet einen Halter Carpophorum (*a*).

um die Samen zu entlassen, unterscheidet man folgende Formen von ächten Früchten:

A. Trockene Früchte: Das Pericarp ist holzig oder lederartig zäh; der Zellsaft verschwindet aus allen Zellen.

I. Trockene Schliessfrüchte: Das Pericarp springt nicht auf; es umhüllt die Samen bis zur Keimung; die Samenschale ist meistens dünn, wenig ausgebildet, oft vollständig mit dem Pericarp verschmolzen.

1. einsamige:

a) die Nuss (*nux*), z. B. die Haselnuss (aber nicht die Wallnuss); das trockene Pericarp ist hart, sclerenchymatisch;

b) die Caryopse oder Achene (*achaeonium*) mit dünnem lederartigem Pericarp, z. B. die Frucht der Gräser, Compositen, der ächten Kastanie.

2. mehrsamige; sie zerfallen gewöhnlich in einsamige Theilfrüchte, z. B. Umbelliferen, Geraniaceen, Ahorn.

II. Trockene Springfrüchte: Das Pericarp reißt auf und entlässt die Samen, welche ihrerseits selbst eine kräftige Schale besitzen; sie sind zumeist mehrsamig.

1. Der Länge nach aufspringend:

a) die Balgfrucht (*folliculus*) besteht aus einem Carpell, welches längs der Bauchnath aufspringt und dort auch die Samen trägt, z. B. *Paeonia*.

b) die Hülse (*legumen*) besteht ebenfalls aus nur einem Carpell, das aber sowohl an der Bauch- als an der Rücken- nath aufspringt (s. Querschnitt Fig. 115 A); z. B. Wicke, Erbse, Bohnen, überhaupt alle Leguminosen; hie und da ist eine falsche Scheidewand vorhanden.

c) die Schote (*siliqua*) besteht aus zwei Carpellen, welche einen zweifächerigen Fruchtknoten bilden; die beiden Carpelle lösen sich bei der Reife von der Basis an von einander und von der auf dem Blütenstiel stehen bleibenden Scheidewand, z. B. Raps, Senf, überhaupt die meisten Cruciferen.

d) die Kapsel (*capsula*) entsteht aus einem polymeren ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten und zerspaltet in zwei oder mehr Klappen, die vom Scheitel her sich ganz oder nur eine Strecke weit trennen. Werden dabei die Carpelle von einander getrennt, also bei mehrfächerigen Fruchtknoten die Scheidewände gespalten (Fig. 125 A), so heisst die Art des Aufspringens wandspaltig (*dehiscencia septi- cida*); wird dagegen jedes Carpell in seiner Mitte gespalten,

so heisst das Aufspringen klappenspaltig (d. *loculicida*); bei mehrfächerigen Fruchtknoten können dabei die Scheidewände auf der Mitte der Klappen stehen bleiben (Fig. 125 *B*) oder in der Mitte zu einer Säule vereinigt sich von den Klappen trennen (d. *septifraga*, Fig. 125 *C*).

2. Der Quere nach öffnet sich das sogenannte *Pyxidium*, z. B. von *Plantago*, *Anagallis*, *Hyoscyamus*; es fällt die obere Kappe der Fruchtwand wie ein Deckel ab.

3. Die Porenkapsel, z. B. Mohn, entlässt die Samen durch kleine Löcher, welche durch Ablösung kleiner Stücke an bestimmten Stellen der Fruchtwand entstehen.

B. Saftige Früchte: Das Pericarp, oder wenigstens einzelne Schichten desselben bleiben bis zur Reife saftig, ja werden gewöhnlich erst fleischig.

1. Die Pflaumen- oder Steinfrucht (*drupa*), z. B. die Pflaume, Kirsche, Wallnuss; die innerste Schicht, das Endocarp ist sehr hart und sclerenchymatisch, und umschliesst den Samen bis zur Keimung, das Epicarp ist meist zart.

2. Die Beere (*bacca*); das Endocarp ist weich und saftig, wie das Mesocarp, so dass die einzelnen hartschaligen Samen in dem durchaus weichen Pericarp eingebettet sind; nur das Epicarp wird öfters stark und hart. Die Samen sind entweder einzeln (z. B. Dattel) oder zahlreich, z. B. Kürbis, Johannisbeere, Weintraube. Auch die Citronen und Orangen fallen unter diesen Begriff.

Je nachdem die Samen aus der Frucht frei werden oder die Schliessfrucht sich von der Pflanze ablöst, besitzt der Same oder die Frucht mannigfaltige Mittel zur Verbreitung, bald flügelartige Anhängsel (z. B. die Frucht des Ahorns, die Samen mancher Caryophyllen), bald Haarkronen (die Frucht der Compositen, die Samen der Baumwolle, Weiden, Pappeln); mehrere Frucht- und Samenschalen haben zu äusserst verschleimende Zellschichten, so besonders die Samen von Quitten, Lein, *Plantago*. Die Früchte von *Geranium* und verwandten Gattungen haben lange Schnäbel, mittels deren sie sich in die Erde einbohren.

Während einzelne Samen sofort nach dem Abfallen zu keimen anfangen, bedürfen die meisten einer längeren Ruhe; nach zu langer Aufbewahrung verlieren sie jedoch ihre Keimkraft.

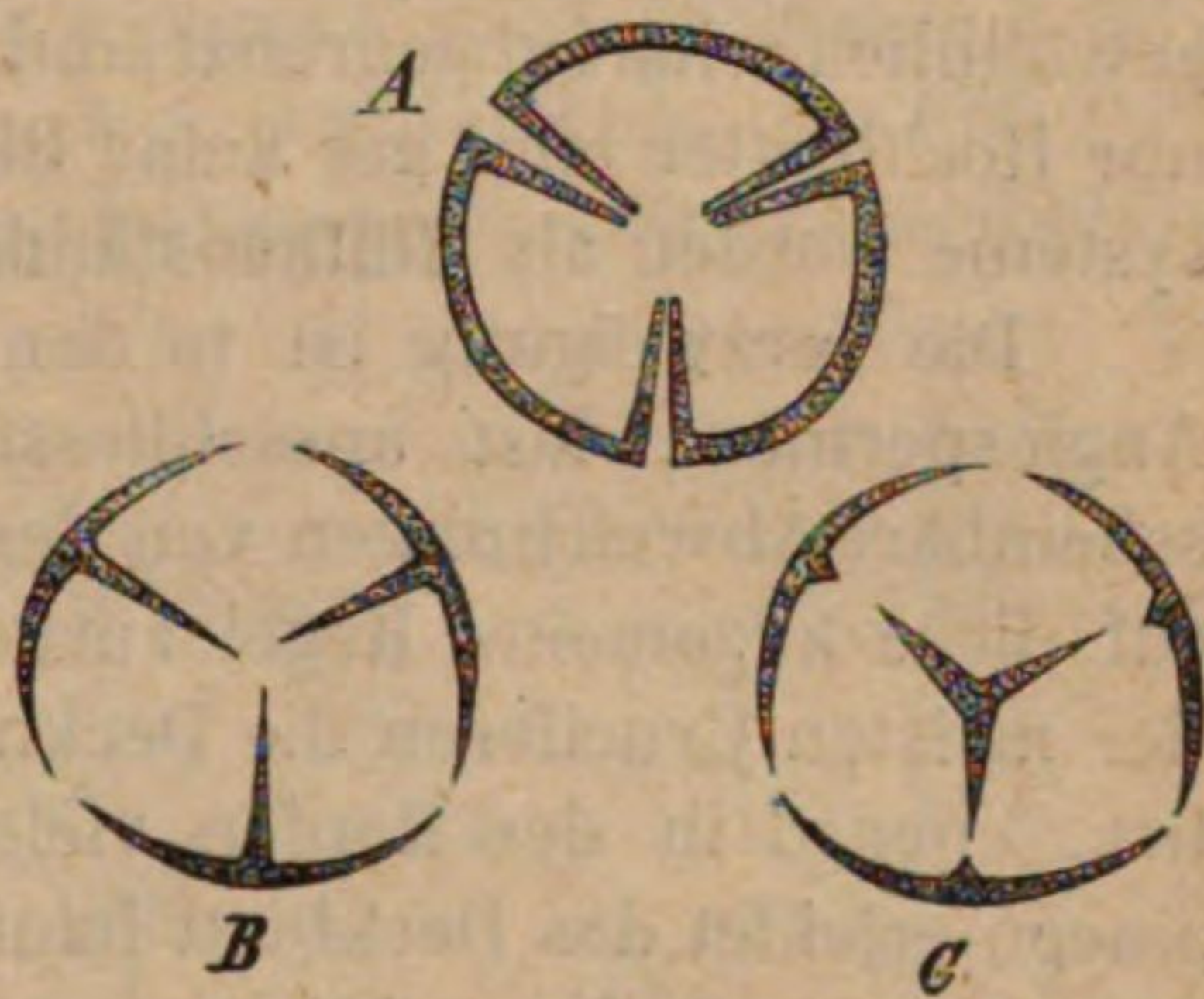


Fig. 125. Schematische Querschnitte aufgesprungener Kapseln; *A* septicide, *B* loculicide, *C* septifrage Dehiscenz.

Die erste Axe des Keimpflänzchens schliesst nur bei verhältnissmässig wenigen Pflanzen wieder mit einer Blüthe ab; diese Pflanzen heissen *einaxig*; gewöhnlich endigen erst Sprosse des zweiten, dritten oder höheren Grades mit einer Blüthe; die Pflanzen heissen dann: *zwei-*, *drei-*, *mehraxig*.

Die Blüthe heisst *terminal*, wenn sie einen kräftigen Hauptspross, der vorher zahlreiche vegetative Blätter gebildet hat, abschliesst, wenn also die Blüthenaxe die Fortsetzung einer vegetativen Axe ist; wenn aber ein seitlicher Spross, ohne vegetative Blätter zu bilden, sofort, höchstens unter Bildung einiger Vorblätter, zur Blüthenaxe wird, so heisst die Blüthe *seitlich*.

Die blüthentragenden Sprosse der Angiospermen bilden sehr häufig reiche Verzweigungssysteme, welche vom vegetativen Theil der Pflanze gewöhnlich scharf abgegrenzt sind, und ausser den Blattgebilden der Blüthe nur Hochblätter oder gar keine Blattgebilde tragen. Diese Verzweigungssysteme werden als **Blüthenstände**, *Inflorescenzen* bezeichnet.

Die Verzweigung ist in den Blüthenständen, wie überhaupt bei den Angiospermen, fast ausschliesslich *monopodial* und *axillär*. Einige scheinbare Abweichungen von der axillären Verzweigung lassen sich leicht auf diese allgemeine Regel zurückführen; so sind z. B. in den Trauben der meisten Cruciferen die Deckblätter der einzelnen Blüthenstiele abortirt, ebenso in den Köpfen vieler Compositen; bei Solaneen und Boragineen erleidet das Deckblatt häufig eine Verschiebung, so dass es an dem Achselspross selbst seitlich zu stehen scheint; andererseits kommt es auch vor, dass der Achselspross mit seinem Mutterspross eine Strecke weit verwächst.

Lange blattlose oder nur mit wenigen kleinen Hochblättern versehene Blüthenstiele, oder ähnliche Axen, welche an ihrem oberen Ende dicht gedrängte oder scharf abgegrenzte Inflorescenzen tragen, heissen *Schäfte* (*scapi*).

Nach dem, was wir oben § 26 über die Ausbildung monopodialer Verzweigungssysteme gesagt haben, unterscheiden wir folgende Arten von Blüthenständen:

A. *Racemöse Inflorescenzen*. Sie kommen dadurch zu Stande, dass eine Axe als Spindel des Systems mehr oder minder zahlreiche Seitensprosse in *acropetaler* Reihenfolge erzeugt, welche sich nicht stärker entwickeln, als der über ihrer Insertion liegende Theil der Hauptaxe. Dieselben sind entweder

a) *ährig*, wenn die Seitenachsen erster Ordnung sich nicht weiter verzweigen, sondern sofort Blüthenachsen sind; die Spindel (Hauptaxe) kann mit einer Endblüthe abschliessen oder nicht.

α) *mit verlängerter Spindel*.

4. Die *Aehre* (*spica*) (Fig. 426 A); die Blüthen sitzen an einer

dünnen Spindel, z. B. die sog. Aehrchen der Gräser, die Aehren von *Scirpus*, *Eriophorum*.

2. Der Blüthenkolben (*spadix*). Die Blüthen sitzen an einer dicken fleischigen Spindel (z. B. *Arum*, *Richardia*), gewöhnlich wird der Kolben von einem grossen Scheidenblatt (*spatha*) umhüllt.

3. Die Traube (*racemus*); die Blüthen sind langgestielt, z. B. *Crucifere*, wohin Raps, Kohl; hier fehlen die Deckblätter, *Berberis* mit hängender Traube; (aber nicht die Weintraube s. unten Nr. 6).

β. mit verkürzter Spindel.

4. Das Blüthenköpfchen (*capitulum*) (Fig. 126 D); die verkürzte Spindel ist konisch oder kuchenförmig ausgebreitet, oder selbst napfartig ausgehöhlt und mit sitzenden Blüthen dicht besetzt (*Compositen* z. B. *Sonnenrose*, *Löwenzahn*; *Scabiose*); die Deckblätter (Fig. 126 Dp) der einzelnen Blüthen fehlen bisweilen; hingegen wird das ganze Köpfchen von einer Anzahl Blätter umgeben, dem Hüllkelch (Fig. 126 Di), *involucrum*, wodurch der Blütenstand äusserlich einer Einzelblüthe ähnlich wird.

5. Die einfache Dolde (*umbellula* oder *umbella*), auch Döldchen (Fig. 126 C d₁); eine grosse Zahl langgestielter Blüthen entspringt dicht gedrängt aus einer sehr verkürzten Spindel, welche aber nicht mit einer Endblüthe abschliesst (z. B. *Epheu*, *Schlüsselblume*).

oder b) *rispig*,

wenn die Seitenzweige erster Ordnung sich wieder verzweigen; dabei kann jede Axe mit einer Blüthe abschliessen oder nur die der letzten Ordnung. Gewöhnlich nimmt die Entwicklungsfähigkeit von unten nach oben ab:

α) mit verlängerten Spindeln.

6. Die ächte Rispe (*panicula*) (Fig. 126 B); die Spindeln und Blüthenstiele sind alle verlängert. (z. B. *Weintraube*).

7) Die aus Aehren zusammengesetzte Rispe; die Blüthen sitzen an den verlängerten Spindeln, z. B. *Veratrum*, die sog. Aehren von Weizen, Roggen, Lolch.

β) mit verkürzten Spindeln.

8. Die zusammengezogene ährenförmige Rispe; die Blüthen sitzen an sehr kurzen Seitenspindeln, z. B. die sog. Aehren der Gerste.

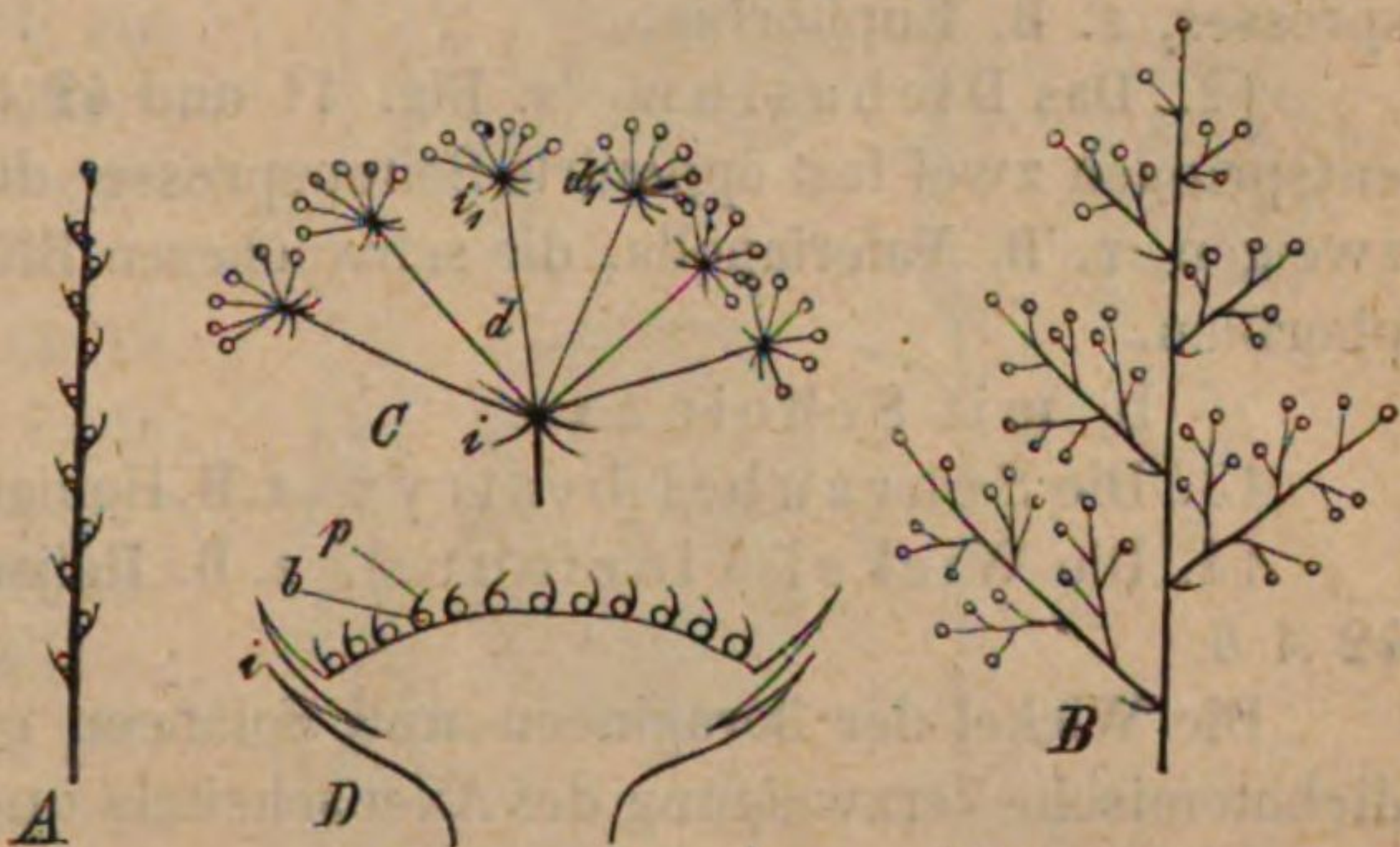


Fig. 126. Schematische Darstellung von Blütenständen. A Aehre; B Rispe; C zusammengesetzte Dolde; d Strahlen der Dolde, i Involucrum, d₁ Strahlen der Döldchen, i₁ Involucellum. D Köpfchen, i Involucrum, b Blüthen, p Deckblätter.

9. die zusammengesetzte Dolde (*umbella*) (Fig. 126 C); die Spindeln mehrerer einfachen Dolden, welche dann Döldchen (*umbellulae*) genannt werden (Fig. 126 C d₁), sind selbst wieder zu einer Dolde angeordnet. Sind die Dolden von Blättern umgeben, so bilden die der ersten Dolde die Hülle, *involucrum* (Fig. 126 C i), die der Döldchen das Hüllchen, *involucellum* (Fig. 126 C i₁).

B. Cymöse Inflorescenzen kommen dadurch zu Stande, dass der mit einer Blüthe abschliessende Hauptspross unter seinem Ende ebenfalls mit Blüthen abschliessende Seitensprosse erzeugt, welche sich kräftiger entwickeln, als der Hauptspross.

a) ohne Scheinaxe.

10. Die Spirre (*anthela*); es bilden sich Seitensprosse in unbestimmter Anzahl und von derartiger Entwicklung, dass kein bestimmter Gesamtumriss der Inflorescenz zu Stande kommt, z. B. *Juncus*, *Luzula*.

11. Die cymöse Dolde (*cyma*); unterhalb der Blüthe entspringt ein Quirl (oder Scheinquirl) von drei oder mehr gleich starken Sprossen; sie unterscheidet sich von der Dolde durch die terminale Blüthe des Hauptsprosses, z. B. *Euphorbia*.

12. Das Dichasium (s. Fig. 41 und 42 C); unterhalb der Blüthe entspringen zwei fast opponirte Seitensprosse, die sich wieder ebenso verzweigen, z. B. *Valerianella*, die schwächeren Blüthenstände mancher *Euphorbien*.

b) mit Scheinaxe.

13. Die Schraubel (*bostryx*), z. B. *Hemerocallis* s. § 26 u. Fig. 42 D.

14. Die Wickel (*cincinnus*), z. B. *Helianthemum* s. § 26 und Fig. 42 A B.

Die Wickel der Boragineen und Solaneen entstehen vielleicht durch dichotomische Verzweigung des Axenscheitels und wären dann als wickelartige Dichotomien zu bezeichnen.

Diese verschiedenen Grundformen können in mannigfaltiger Weise combinirt vorkommen; so sind z. B. bei manchen Arten von *Silene* die Seitensprosse einer Rispe Dichasien. Durch verschiedene Nebenumstände, z. B. das gegenseitige Längenverhältniss der Seitensprosse können Formen entstehen, welche äusserlich betrachtet als besondere Combinationen erscheinen und auch besondere Namen erhalten haben, sich aber leicht auf eine der oben aufgezählten Formen zurückführen lassen. So ist z. B. der Ebenstrauss (*corymbus*) nichts anderes als eine Traube oder Rispe, deren unterste Seitensprosse so lang sind, dass ihre Blüthen mit denen der obersten in eine Ebene zu liegen kommen, z. B. beim Hollunder, *Sambucus*. Knäuel (*glomeruli*) heissen dichtgedrängte, meist rispenartige Blüthenstände, welche seitlich an der Inflorescenzachse stehen, Kätzchen (*amenta*) ebensolche verlängerte, hängende, dicht mit Blüthen besetzte.

Classe IX.

Monocotyledones.

Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist gross.

Der Embryo ist gewöhnlich klein im Verhältniss zum umfangreichen Endosperm (Fig. 127 I. *ec*) die Axe des Embryos ist nach hinten von einer meist sehr kurzen Wurzelanlage begrenzt, und trägt vorn ein scheidenförmiges erstes Blatt, dessen Masse meist beträchtlich grösser ist, als die des ganzen übrigen Keims, und welches nicht selten noch ein oder mehrere jüngere alternirende erste Blätter einschliesst.

Bei der Keimung bleibt gewöhnlich das obere Ende des Cotyledons im Samen eingeschlossen, um die im Endosperm abgelagerten Reservestoffe aufzusaugen (Fig. 127 II—IV); die untere Partie des Cotyledons streckt sich und schiebt das Wurzelende sammt dem Stämmchen aus dem Samen heraus. Bei den Gräsern dagegen tritt der ganze Keim heraus, indem die Aufsaugung der im Endosperm enthaltenen Nahrungsstoffe von einem besonderen Anhängsel der Axe, dem Schildchen (scutellum) (Fig. 128 *sc*) vermittelt wird, welches im reifen Samen den Embryo zum grössten Theil einhüllt. Der Cotyledon entwickelt sich bei einigen Monocotyledonen

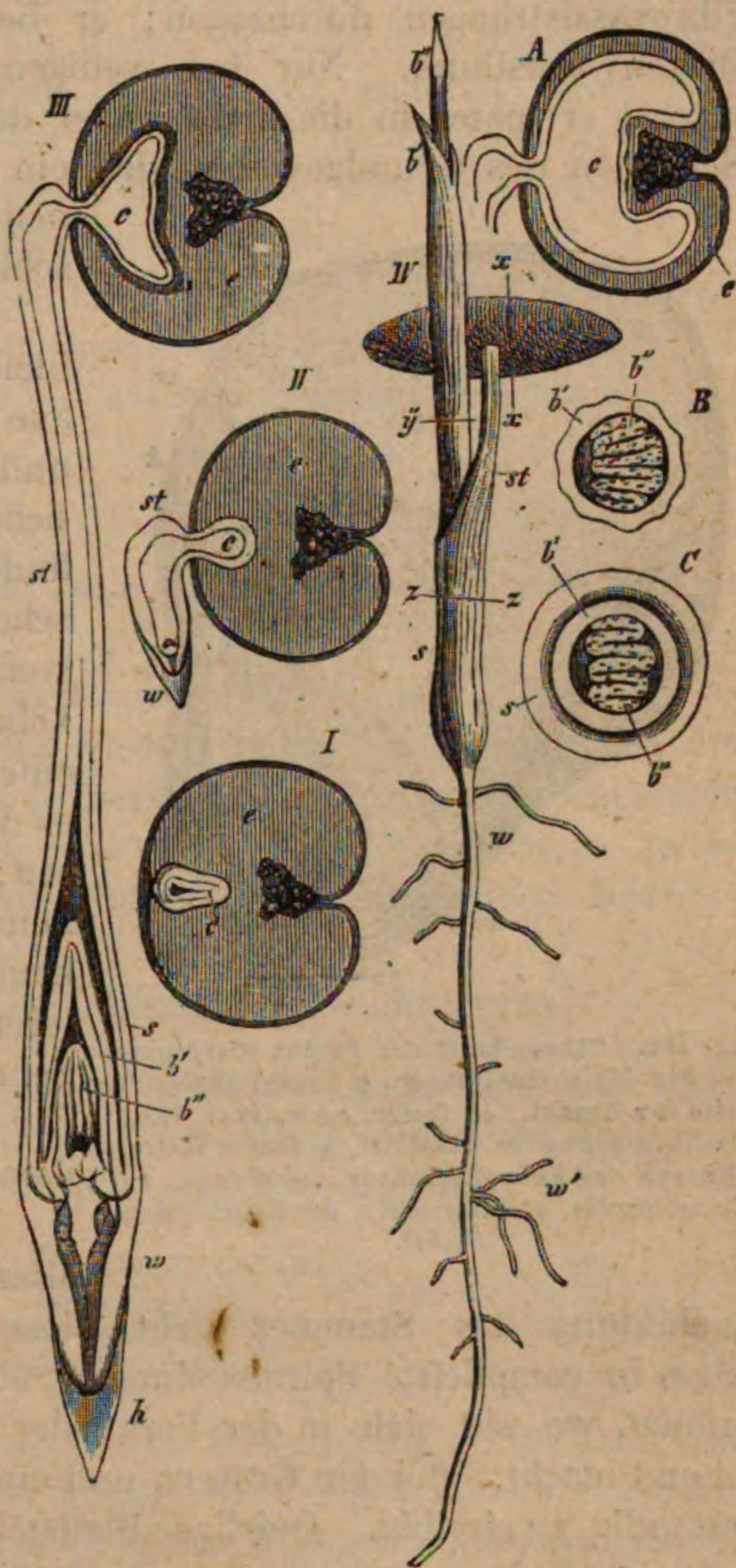


Fig. 127. Keimung der Dattel I Querschnitt des ruhenden Samens, *e* Endosperm, *c* Embryo; II, III Keimung, Querschnitt des Samens (vergr.). *e* Endosperm, *c* Spitze des Cotyledons, *st* dessen Stiel, *s* dessen Scheide, *w* die Hauptwurzel, mit Haube *h*; *b'* *b''* die auf den Cotyledon folgenden Blätter. IV weiteres Stadium (nat. Gr.), *w'* Nebenwurzeln. A Querschnitt des Samens im Zustande IV bei *xx*; der Gipfel des Cotyledons hat den Raum des Endosperms eingenommen. B Querschnitt des Pflänzchens bei *xy*, C bei *zz* (nach Sachs).

zu einem scheidenförmigen Niederblatt, bei anderen zum ersten grünen, von den späteren Laubblättern kaum verschiedenen Blatt.

Die Hauptwurzel bleibt gewöhnlich klein und unbeträchtlich, während aus dem Stamm sich nach und nach immer höher oben Wurzeln entwickeln.

Der Stamm der Monocotyledonen ist von zerstreuten, geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; er besitzt daher auch kein cambiales Dickenwachsthum. Nur bei wenigen Gattungen (*Yucca*, *Dracaena*) wächst er später in die Dicke, aber dadurch, dass aus den äussersten Schichten des Grundgewebes sich ein Meristem bildet, welches ausser neuem Grundgewebe auch neue geschlossene Fibrovasalstränge erzeugt.

Die Axe des Keimpflänzchens bleibt in vielen Fällen auch die Hauptaxe der Pflanze; sie ist anfangs zart und schwach; da nun ein nachträgliches Dickenwachsthum nicht stattfindet, die späteren Stammtheile aber schon von vornherein kräftiger, dicker werden, so wird der Stamm umgekehrt kegelförmig; wenn die Pflanze eine gewisse Höhe erreicht hat, kann er dann cylindrisch weiter fortwachsen; deshalb findet man bei Palmen, beim Mais und anderen ähnlich gebauten aufrechten Stämmen am unteren Ende eine Verschmälerung. Sehr häufig geht aber die erste Axe der Pflanze bald zu Grunde, nachdem sie Seitensprosse erzeugt hat.

Die Blattstellung beginnt mit alternirenden Blättern; bei kräftiger

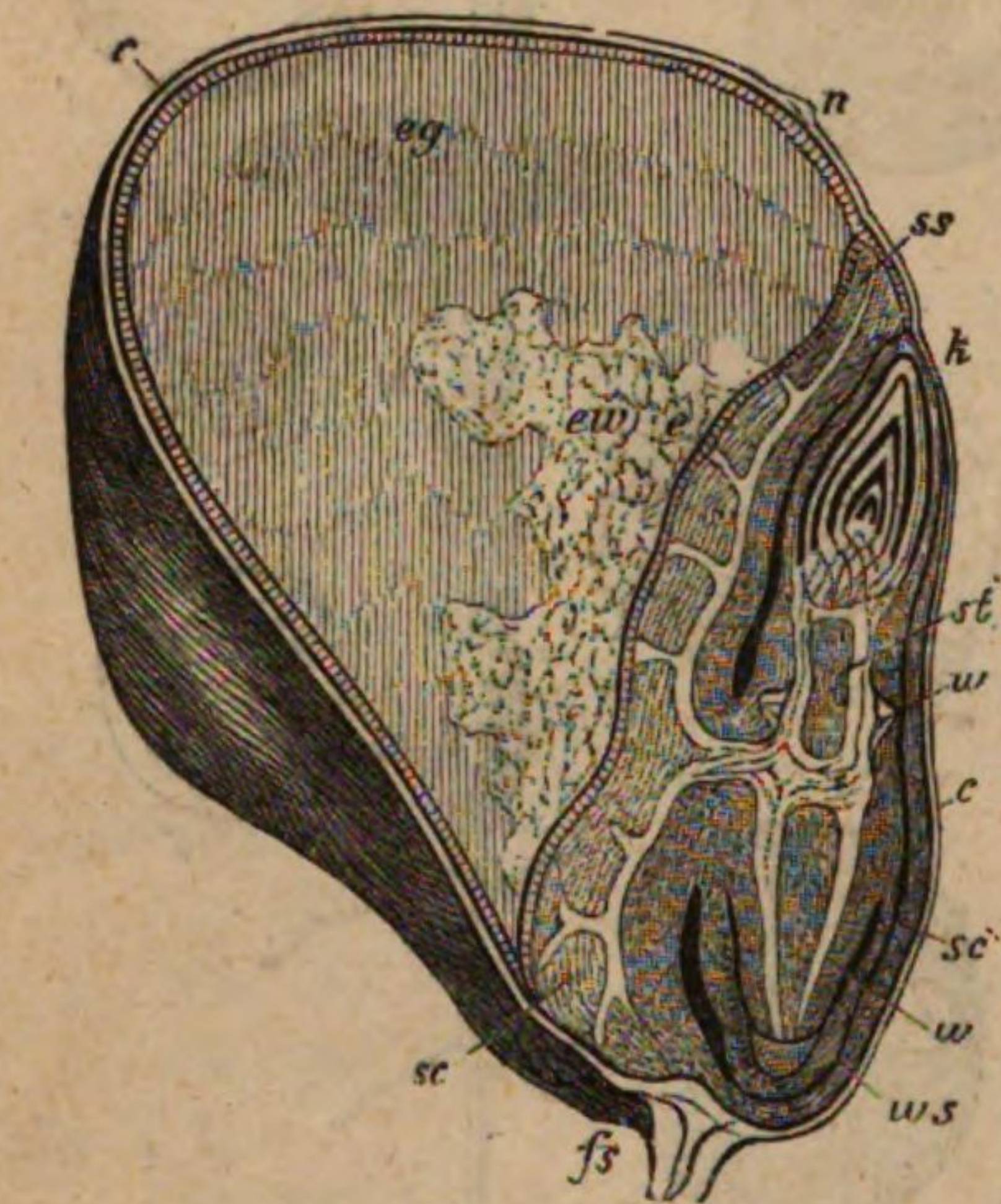


Fig. 128. Längsschnitt der Frucht (Caryopse) von *Zea Mais* 6mal vergr. *c* Fruchtschale, *fs* Basis der Frucht. *eg* fester, *ew* weicher Theil des Endosperms. *sc* Scutellum, *ss* dessen Spitze, *k* Knospe des Keimpflänzchens, *w* Wurzel, *ws* Wurzelscheide, *st* Stämmchen des Keims (nach Sachs).

Ausbildung des Stammes geht diese zweireihige Blattstellung nicht selten in complicirte Spiralstellungen über, so bei *Fritillaria*, bei den Palmen, wo sie sich in der Form der allseitig entwickelten Blattkrone geltend macht. Bei den Gräsern und einigen anderen Familien bleibt sie beständig zweireihig. Quirlige Blattstellung kommt in der Laubblattregion nur selten vor.

Die Blätter besitzen meist eine stark entwickelte Scheide, aber keine Nebenblätter. Die Spreite ist gewöhnlich ganzrandig, von einfachem Umriss, häufig lang und schmal, bandartig oder schwertförmig, seltener rundlich oder herz- bis pfeilförmig. Verzweigung des Blattes kommt nur bei Aroideen andeutungsweise vor. Die fiederig oder fächerig getheilten Blätter der Palmen bekommen diese Form durch Zerreißen der

ursprünglich ganzen Spreite, ähnlich wie auch die durchbohrten Blätter mancher Aroideen.

Die Nervatur der Blätter zeichnet sich dadurch aus, dass die schwächeren Nerven auf der Unterseite gewöhnlich nicht vorspringen. Bei bandförmigen und mit breiter Basis inserirten Blättern laufen die stärkeren Nerven fast parallel neben einander hin, bei breiteren (z. B. Maiglöckchen *Convallaria maialis*) beschreiben sie Bögen, die mit dem Rand ziemlich parallel sind. Bei den Scitamineen und einigen anderen gehen vom Mittelnerv unter verschiedenen (bald sehr spitzen, bald sich mehr einem rechten nähernden) Winkeln zahlreiche unter sich parallele Seitennerven ab. Nur sehr selten sind netzaderige Blätter (Aroideen).

Die Blüthe der Monocotyledonen besteht typisch aus fünf alternirenden gleichzähligen Kreisen, zwei Perigon-, zwei Staubblatt- und einem Carpellkreis, wozu bisweilen noch ein zweiter Carpellkreis kommt. Die typische Formel ist somit:

$$K_n \ C_n \ A_{n+n} \ G_n \ (+n)$$

wobei n in der grössten Anzahl der Fälle den Werth 3 hat, seltener 2, 4 oder 5.

Die meisten Abweichungen von dieser Formel beruhen auf Fehlschlägen einzelner Glieder oder ganzer Kreise, einige auf Vermehrung der Staub- und Fruchtblattkreise oder Dedoublement. Durch Verwachsungen der Glieder eines Kreises unter sich oder mit anderen Kreisen, in selteneren Fällen durch zygomorphe Ausbildung wird eine weitere Mannigfaltigkeit hervorgerufen.

Die Monocotyledonen werden in folgender Weise classificirt;

I. Reihe. *Helobiae*. Wasserpflanzen mit spärlichem oder ganz fehlendem Endosperm, mit stark entwickelter hypocotylar Axe des Embryos; Zahlenverhältnisse der Blüthen meist vom Typus abweichend.

Ordnung 1. Centrospermae.

– 2. Polycarpicae.

– 3. Hydrocharideae.

II. Reihe. *Micranthae*. Land- oder Sumpfpflanzen; die einzelnen Blüthen meist unscheinbar und klein, häufig ohne Perigon, aber bei genauerer Betrachtung auf den Typus zurückführbar. Blüthenstände reichblüthig.

Ordnung 4. Spadiciflorae.

– 5. Glumaceae.

– 6. Enantioblastae.

III. Reihe. *Corolliflorae*. Meist Landpflanzen mit zwei meist corollinischen Perigonkreisen, ebenfalls typischem Gynaeceum, aber öfters durch Abortus verringertem Androeceum.

Ordnung 7. Liliiflorae.

— 8. Ananasinae.

— 9. Scitamineae

— 10. Gynandrae.

I. Reihe Helobiae.

Ordnung 1. Centrospermae.

Blüthen unvollständig, sehr einfach, meist ohne Perigon. Der oberständige Fruchtknoten ist einfächerig, Samenknochen meist central; Endosperm spärlich.

Fam. 1. Lemnaceae, bestehend aus der Gattung *Lemna* Wasserlinse, von deren Arten *L. minor*, *trisolca* sich sehr häufig auf dem Wasser schwimmend in Teichen, Pfützen, Gräben vorfinden. Der kleine, nur wenige Linien grosse Vegetationskörper gleicht einem Thallus; er ist blattlos, ziemlich flach und trägt unterseits herabhängende Wurzeln (diese fehlen bei *L. arrhiza*, welche auch keine Gefässe besitzt). Die Blüthen entspringen aus einer seitlichen Einbuchtung und bestehen nur aus einer Zusammenstellung von je zwei Staubgefässen mit einem einfächerigen Fruchtknoten.

Fam. 2. Naiadeae umfasst eine Anzahl verschiedener Wasserpflanzen; Blüthen häufig diclinisch, Staubfaden meist nur einer.

Die Arten der Gattung *Najas*, *N. maior* und *minor* sind untergetauchte, dünnstengelige, verzweigte Pflanzen mit gegenständigen, buchtig gezähnten Blättern. — *Zostera marina* Seegrass, *Posidonia*, *Phucagrostis* und andere Gattungen leben im Meere.

Ordnung 2. Polycarpicae.

Das Gynaecium besteht meist aus drei oder gewöhnlich mehr (oft sehr zahlreichen) monomeren Fruchtknoten. Perigon meist vorhanden. Same ohne Endosperm.

Fam. 1. Potamogetoneae. Die Blüthe ist gebaut nach der Formel $K_2 G_2 A_{\times 2+2} G_4$. Die vier Staubfäden alterniren nicht paarweise mit den beiden Perigonkreisen, sondern stehen diagonal (Zeichen $\times$), d. h. so als wären sie ein Kreis, der mit einem (statt zweien) Perigonkreise alternirt. Samenknochen hängend atrop oder campylotrop. Wasserpflanzen mit ganz untergetauchten oder auf der Oberfläche schwimmenden Blättern.

Potamogeton, Laichkraut, findet sich in zahlreichen Arten, z. B. *densus*, *natans*, *pusillus* in Gewässern; die Blüthen bilden mehr oder weniger reichblüthige Aehren.

Fam. 2. Juncagineae. Blüthe von der Formel $K_3 C_3 A_3 + 3 g_3 +$; (g in der Formel bedeutet: die Fruchtknoten einzeln); der äussere Fruchtblattkreis schlägt hie und da fehl. Perigon unscheinbar, grün.



Fig. 129. Diagramm der Blüthe von Triglochin.

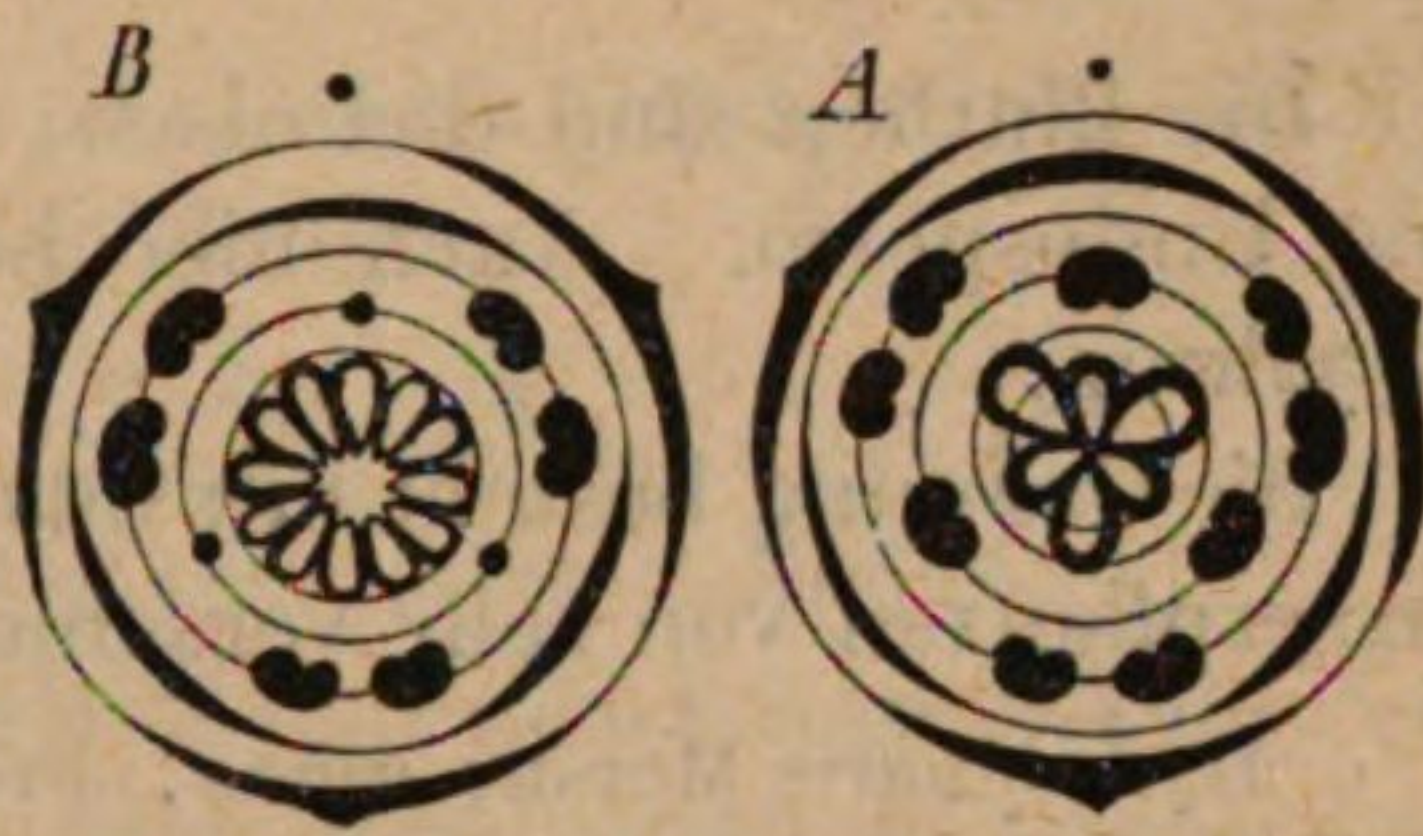


Fig. 130. Diagramme von Alismaceen, A Butomus, B Alisma.

Triglochin palustre; die kleinen Blüthen in sehr langen lockeren Aehren, sehr häufig in Sümpfen, an Ufern. — Scheuchzeria palustris seltener, in Mooren.

Fam. 3. Alismaceae. Die Anzahl der Staubfäden und Fruchtblätter ist bedeutend vermehrt; Blüthen stets in der Dreizahl gebaut, der äussere Perigonkreis kelchartig, meist an der Basis verwachsen, der innere corollinisch, weiss oder violett.¹

Butomus umbellatus (Fig. 130 A, 131); die Blüthen von der Formel $K_3 C_3 A_3^2 + 3 g_3 + 3$ mit violetten Kronenblättern, stehen in Dolden auf der Spitze von 2–3 Fuss hohen Stengeln, die neben ebenso langen Blättern aus dem unterirdischen Rhizom entspringen; nicht selten in Gräben, an Flussufern.

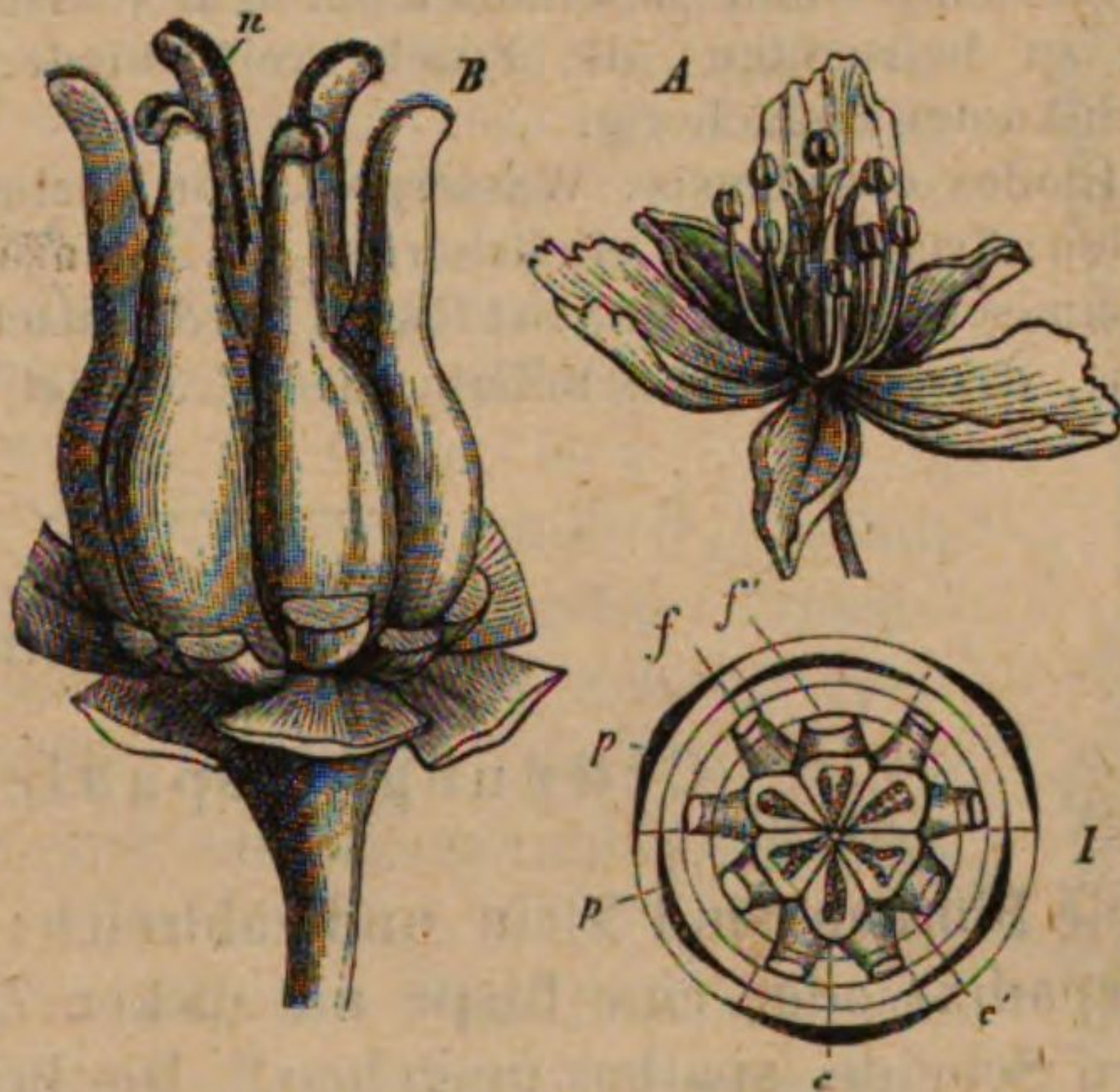


Fig. 131. Butomus umbellatus, A Blüthe (nat. Gr.), B Gynaeceum, n Narben (vergr.); I Diagramm pp Perigon; f Staubfäden des äusseren Wirtels, verdoppelt; f' des inneren Wirtels; c äusserer, c' innerer Fruchtblattwirtel (nach Sachs).

Alisma Plantago Froschlöffel (Fig. 130 B); die Blüthen von der Formel $K_3 C_3 A_3^2 g_\infty$, wobei die zahlreichen monomeren Fruchtknoten ein Köpfchen bilden; Kronenblätter weiss, Kelchblätter an der Basis verwachsen; die Staubfäden des äusseren Kreises sind verdoppelt (Zeichen 3^2); die Blüthen stehen quirlig in einer aufrechten Traube oder Rispe. Blätter gestielt mit eiförmiger Spreite. Gemein an nassen Orten.

Sagittaria sagittaeifolia Pfeilkraut; Blütenformel: $K_3 C_3 A_\infty g_\infty$, monoecisch; die männlichen Blüthen stehen oberhalb der weiblichen, beide in dreizähligen Quirlen an einer aufrechten Traube; die Fruchtknoten stehen auf einem fleischigen

Köpfchen. Nur die Blütenstände und oberen pfeilförmigen Blätter ragen über das Wasser empor.

Ordnung 3. Hydrocharideae.

Die Blüten sind diclinisch, mit unterständigem Fruchtknoten; Same ohne Endosperm. Auch hier besteht die Neigung, die Blütenkreise zu vermehren.

Die Ordnung besteht nur aus der einzigen Familie der Hydrocharideen, Wasserpflanzen von sehr verschiedenem Habitus.

Hydrocharis Morsus ranae, Froschbiss; dioecisch; Blütenformel: $K_3 C_3 A_{3+3+3} [+3] G_{3+3}$. Der innere Perigonkreis ist zart, weiss gefärbt; der innerste Staubfadenkreis besteht aus Staminodien (Zeichen $[\]$); Fruchtknoten sechsfächerig. Das Pflänzchen hat rundliche Blätter und schwimmt auf dem Wasser.

Stratiotes aloides mit zahlreichen starren, schwertförmigen Blättern.

Vallisneria spiralis lebt in Seen und Gräben des wärmeren Europas untergetaucht, die Blätter sind lang, schmal, bandförmig; die weiblichen Blüten werden über das Wasser auf langen Stielen emporgehoben; die männlichen Blütenstände reissen sich los und schwimmen auf dem Wasser umher, um die weiblichen Blüten zu befruchten, die Frucht reift wieder auf dem Grunde des Wassers. Fruchtknoten einfächerig.

Elodea canadensis, Wasserpest; die kleinen Blätter stehen in dreizähligen Quirlen; Fruchtknoten einfächerig. Die Pflanze ist ursprünglich in Nordamerika einheimisch, hat sich in den Flüssen Norddeutschlands angesiedelt und dort so vermehrt, dass selbst die Schifffahrt beeinträchtigt wird.

II. Reihe Micranthae.

Ordnung 4. Spadiciflorae.

Die Blüten sind klein und zahlreich; der Blütenstand ist ein Kolben (spadix) oder eine Rispe mit dicken Zweigen, gewöhnlich von einer grossen Scheide (spatha) umgeben. Die Bracteen der einzelnen Blüten fehlen häufig.

Das Perigon ist immer unscheinbar, niemals corollinisch, fehlt auch bisweilen völlig. Blüten gewöhnlich diclinisch, aber meist beiderlei Geschlechter an demselben Blütenstand; Frucht immer oberständig, Same endospermreich mit geradem, meist kleinem Embryo.

Fam. 1. Aroideae. Die Blüten stehen immer deckblattlos an einem Kolben, der meistens von der Spatha umgeben wird. Wo die Blüten vollständig ausgebildet sind, ist ihr Bau der des Monocotyledonentypus $K_n C_n A_{n+n} G_n$ wobei $n = 3, 2, 5$ sein kann; sehr häufig fehlt aber das Perigon und ein Anzahl von Staubfäden; ja es besteht die ganze weibliche Blüte oft nur aus einem Fruchtblatt, die männliche aus nur einem Staubfaden; die Blüten sind dann in bestimmter Weise am Kolben angeordnet. Die Frucht ist gewöhnlich eine Beere. Die Stämme klettern

häufig mit Luftwurzeln, oder sind unterirdische Knollen oder kriechende Rhizome. Die Blätter sind nur selten lang, bandförmig, meist mit einer deutlich gestielten Lamina ausgestattet, welche netzadrig und zuweilen verzweigt ist.

In den Unterabtheilungen der *Orontiaceen* und *Acoroideen* sind sämtliche Blüthen hermaphrodit, mit Perigon.

Acorus Calamus mit unterirdischem Rhizom, das lange schwertförmige Blätter und auf langem Stengel einen Kolben ohne Spatha trägt; officinell; stammt ursprünglich aus Asien, ist aber jetzt bei uns an Gewässern verbreitet.

Die Unterabtheilungen der *Calleen* und *Araceen* haben kein Perigon und dielinische Blüthen; dieselben sind gewöhnlich so angeordnet, dass unten am Kolben die weiblichen Blüthen, bestehend aus je einem ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten, oben die männlichen spiralig angeordnet stehen (Fig. 432). Ausserdem trägt der Kolben häufig noch rudimentäre Blüthen theils zwischen den beiden, theils oberhalb derselben.

Arum maculatum wächst in Wäldern; das unterirdische knollige Rhizom trägt die herz- bis pfeilförmigen Blätter und Stengel mit je einer langen, grünen Scheide, welche den Kolben (Fig. 432) einschliesst; derselbe ist an seinem oberen keulig verdickten Ende mit zahlreichen Staubgefässrudimenten besetzt. — *Richardia aethiopica* mit weisser Scheide, wird überall in Zimmern cultivirt unter den falschen Namen *Calla*, *Colocasia*. — Die Arten von *Philodendron*, deren Blätter bisweilen durchlöchert sind, klettern in den tropischen Wäldern auf Bäumen; ihre Stämme werden 20—40 Fuss lang.

Die Unterabtheilung der *Pistiaceen* endlich, wohin *Pistia Stratiotes*, eine tropische Wasserpflanze gehört, zeichnet sich dadurch aus, dass der ganze mit der Scheide verwachsene Kolben nur eine einzige, aus einem Carpell bestehende weibliche und darüber eine einzige männliche Blüthe trägt.



Fig. 132. Kolben von *Arum maculatum*, *f* weibliche, *a* männliche Blüthen, *b* rudimentäre Blüthen, *c* oberstes keuliges Ende.

Fam. 2. *Pandaneae*. Die Blüthen sind dioecisch; die weiblichen aus je einem einfächerigen Fruchtknoten bestehend, sitzen dicht gedrängt auf dem Kolben, welcher bei der Frucht- reife eine Scheinfrucht darstellt. Die aufrechten, später sich verzweigenden holzigen Stämme sind durch zahlreiche starke Luftwurzeln im Boden befestigt und tragen Blattkronen von grossen langgezogenen schmalen bandförmigen Blättern, deren Rand häufig mit stacheligen Zähnen besetzt ist.

Pandanus utilis und andere Arten bilden in den Tropen Gestrüppe; ihre festen Fibrovasalstränge werden zu Gespinnsten verwendet.

Fam. 3. *Typhaceae*. Der Kolben trägt unten weibliche, oben männliche, sehr kleine und dicht zusammengedrängte Blüthen, ohne Spatha; das Perigon ist durch Schüppchen oder Haare ersetzt.

Sparganium ramosum und andere Arten wachsen häufig in Gräben; die Blüthen sind am Kolben zu einzelnen rundlichen Knäueln angehäuft, derart, dass die unteren Knäuel weiblich, die oberen männlich sind. Staubfäden zwei, mit langem

Filament. — *Typha angustifolia* und *latifolia*, Rohrkolben, sehr häufig in Sümpfen. Der Stengel trägt oben einen langen Kolben, der unten von den mit langen Haaren umgebenen weiblichen, oben von den männlichen, winzig kleinen Blüthen dicht besetzt ist. Staubfäden drei.

Fam. 4. *Cyclantheae*. Pflanzen mit palmenähnlichem Wuchse in Peru; die Blüthen meist regelmässig zu Kreisen am Kolben angeordnet.

Phytelephas liefert das sogenannte vegetabilische Elfenbein, nämlich das äusserst reichliche, harte Endosperm, dessen Zellwände stark verdickt sind.

Fam. 5. *Palmae*. Die Blüthen sitzen meistens in der Achsel von Deckblättern am Kolben oder der dicken Spindel, dioecisch oder monoecisch, selten hermaphrodit oder polygamisch. Die Blüthen sind im Allgemeinen nach dem Typus $K_3 C_3 A_{3+3} G_3$ gebaut, selten sind weniger oder mehr Staubgefässe vorhanden; die Fruchtblätter (selten nur zwei oder eins) bilden bald einzelne monomere Fruchtknoten, bald einen polymeren ein- bis dreifächerigen. — Perigon unscheinbar. Der Wuchs ist ziemlich verschieden; während einige niedrig bleiben, haben andere ein schilfartiges Aussehen, andere klettern; die grossartigsten Gewächse aber sind die baumartigen Palmen, deren lange schlanke Stämme eine reiche Krone von Blättern tragen, welche durch Zerreissung ihrer Spreite bald handförmig, bald fiederförmig getheilt erscheinen. Die Palmen bewohnen vorzugsweise die Tropenregionen, besonders die Molukken, Brasilien, das Orinocogebiet.

Phoenix dactylifera, Dattelpalme, aus Asien und Africa stammend, ist auch in Südeuropa einheimisch geworden. Die Blätter sind gefiedert. Von den drei Fruchtknoten bildet sich immer nur einer zur Frucht, der Dattel, aus. — *Cocos nucifera*, Cocospalme, erfährt bekanntlich eine äusserst mannigfaltige Anwendung. Die Frucht, die Cocosnuss ist eine riesige Steinfrucht, deren Mesocarp von zahlreichen Fibrovasalsträngen durchzogen ist, welche vielfach zu Gespinnsten verwendet werden. Innerhalb der steinharten Schale des Kerns, dem Endocarp, liegt ein einziger, sehr grosser Same; das Endosperm besteht bei voller Fruchtreife aus einer nur wenige Millimeter dicken, der Schale anliegenden Gewebeschicht; der übrige Raum ist mit Zellsaft ausgefüllt (Cocosmilch). Der kleine Embryo liegt im festen Endosperm an der Stelle, wo sich im Endocarp ein Loch befindet. — *Sagus Rumphii*, auf den Molukken, liefert Sago, der aus dem Stärkemehl des Stammes besteht. — *Elaeis guineensis* Oelpalme in Westafrika; das Fleisch der pflaumenähnlichen Frucht liefert das bekannte Palmenöl. — *Chamaerops humilis*, Fächerpalme, welche schon in Südeuropa und Nordafrika als niedrige Pflanze vorkommt, und *Livistona australis* mit schön fächerförmigen Blättern werden häufig cultivirt.

Ordnung 5. *Glumaceae*.

Die Blüthen stehen in Aehren oder Rispen, meist von schuppenartigen Hochblättern umschlossen. Perigon fehlt oder verkümmert, Blütenformel $K_{(3)} C_{(3)} A_{3+0} G_{3(-1)}$. Same mit mehligem, reichlichem Endosperm. Gräser und Halbgräser.

Fam. 1. *Gramineae*, ächte Gräser. Blätter am Stengel, dem sogenannten Halm, zweireihig. Embryo neben dem Endosperm. Blüthen

(Fig. 133) meist von der Formel $K_0 C_2 A_{3+0} G_2$, eingeschlossen von den Hochblättern, den Spelzen und zu complicirten Blütenständen angeordnet; die Kronenblätter haben die Gestalt kleiner Schüppchen; der einfächerige Fruchtknoten enthält nur eine Samenknope; das sogenannte Korn ist die Frucht, eine Caryopse, mit der bisweilen noch die beiden Spelzen verwachsen sind (z. B. Gerste, Hafer).

Eine solche Blüte sitzt in der Achsel eines Deckblattes, der Deckspelze, *palea inferior* (Fig. 134 $b_1, b_2...$) und hat noch ein Vorblatt unter dem Perigon, die Vorspelze, *palea superior* (Fig. 134 ps); diese beiden

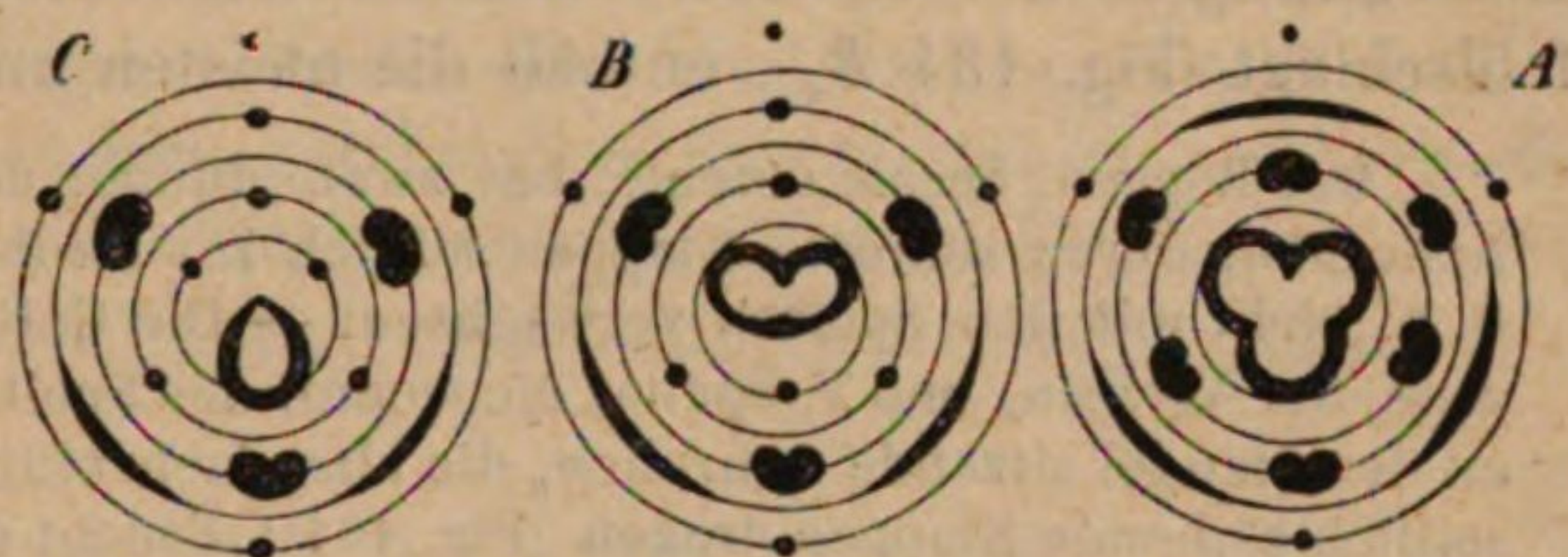


Fig. 133. Diagramme von Grasblüthen; A von Bambusa, B der meisten Gramineen, C von Nardus.

Spelzen, *paleae* (auch Bälglein genannt), schliessen die Blüte vollständig ein. Solche von den Spelzen umschlossene Grasblüthen sind meist zu zweien oder mehreren an einer Axe (x Fig. 134) zusammengeordnet, und bilden das sogenannte Grasährchen, *spicula*, welches gewöhnlich unterhalb der ersten Blüte noch zwei unfruchtbare, d. h. in ihren Achseln keine Blüten tragende Spelzen, die sogenannten Klappen, *glumae* (auch Balg genannt, Fig. 134 g) besitzt. Ein Grasährchen besteht also aus einer Axe mit zweireihig angeordneten Spelzen, von denen die beiden untersten unfruchtbar sind, die folgenden aber in ihrer Achsel je eine Blüte tragen, unter welcher sich noch ein der Blütenaxe selbst angehörendes Vorblatt findet. Die Deckspelzen tragen häufig, bald an ihrer Spitze, bald auf ihrem Mittelnerv einen borstenartigen Fortsatz, die Granne (*arista*) (Fig. 134 gr).

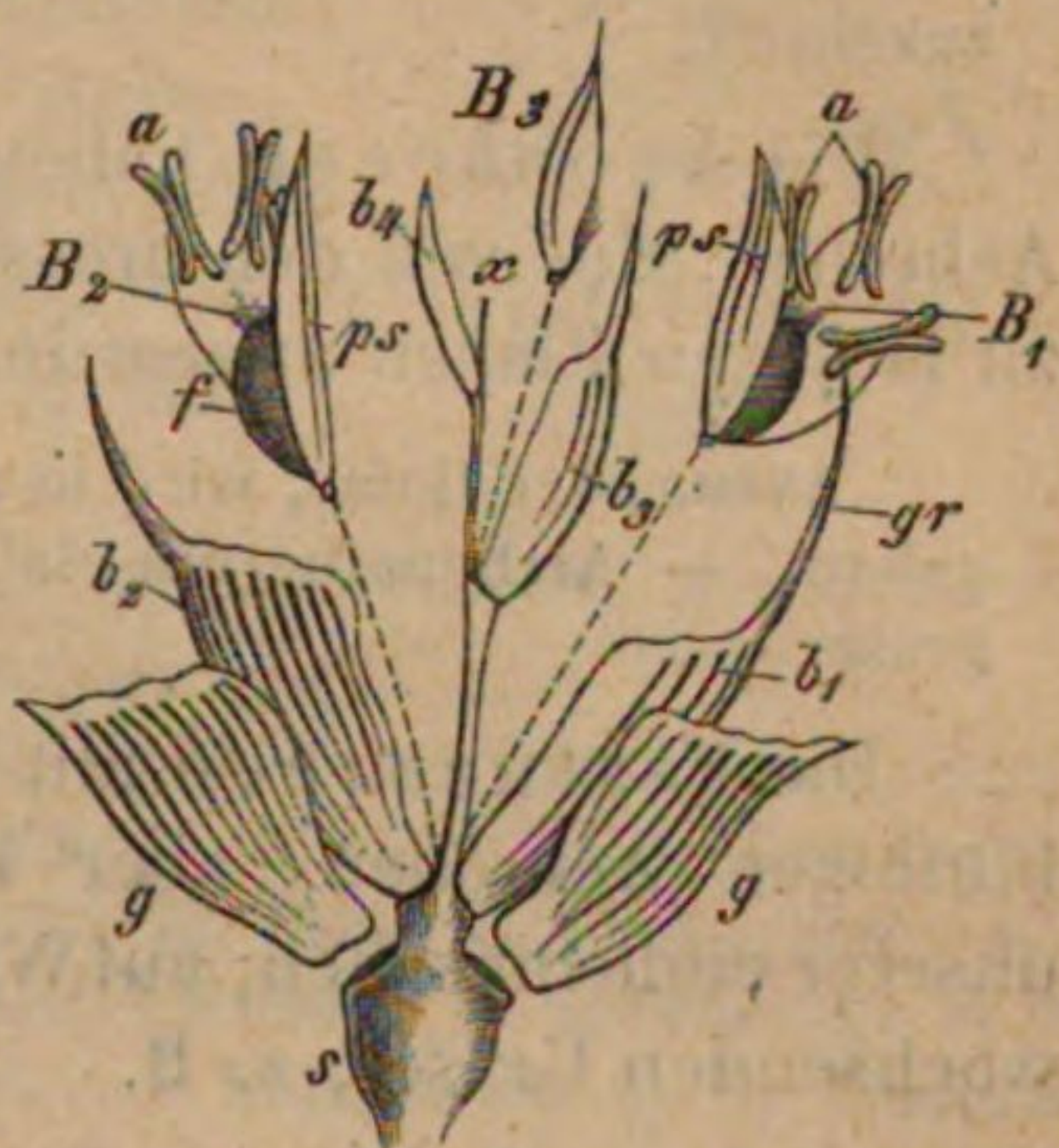


Fig. 134. Aehrchen des Weizens zergliedert (vergr.) x Axe des Aehrchens, g Glumae, $b_1, b_2...$ die Deckblätter der Blüten, *paleae inferiores* mit Granne gr ; $B_1, B_2...$ die Blüten, in Richtung der punctirten Linien aus der Achsel der Deckblätter herausgezogen; ps deren Vorblätter, *paleae superiores*, a Antheren, f Fruchtknoten.

Die Zahl der Blüten in einem Aehrchen ist nach den Gattungen verschieden; häufig sind sie nur einzeln nebst Rudimenten von anderen vorhanden. Die Aehrchen selbst sind bei einer Anzahl von Gattungen (z. B. Roggen, Weizen) in zwei Reihen an einer Hauptspindel sitzend, oder in diese eingesenkt: der Blütenstand kann dann als Grasähre bezeichnet werden; bei den meisten übrigen Gattungen aber trägt die Hauptaxe des Blütenstandes verschieden lange, dünne, oft sich wiederum

reich verzweigende Seitenäste, an deren Enden die Aehrchen stehen; so bildet sich die *Grasrispe* (z. B. Hafer).

Der Stengel ist gewöhnlich hoch, die langen Internodien innen hohl; die Scheiden der Blätter sind sehr mächtig entwickelt und hüllen oft noch mehrere der oberen Internodien ein.

Die Unterfamilie der *Hordeaceen*, ausgezeichnet durch die in Einsenkungen der Spindel sitzenden Aehrchen, deren oberste Blüthe fehlschlägt (Fig. 134 B₄), enthält die meisten unserer Getreidearten:

Der Roggen, *Secale cereale*, hat zweiblühige, einzeln an der Spindel sitzende Aehrchen, deren schmale Klappen seitlich zur Hauptspindel stehen; Frucht frei, d. h. nicht mit den Spelzen verwachsen. — Die Gattung *Triticum*, wohin *T. vulgare*, der Weizen, und *T. Spelta, dicoccum*, der Spelt gehören, haben ebenfalls einzeln an der Spindel sitzende Aehrchen, die aber mehrblühig sind und breit eiförmige seitlich stehende Klappen tragen (Fig. 134); Frucht meist frei. — Die Gerste, *Hordeum*, trägt einblühige Aehrchen, die aber zu dreien an äusserst kurzen Seitenästen der Spindel stehen. Bei *H. distichum* und *H. Zeocriton* sind nur die mittleren dieser zu dreien stehenden Aehrchen fruchtbar, bei *H. polystichum* auch die anderen. Die Frucht ist meist mit den Spelzen verwachsen. —

Lolium temulentum, der Lolch, unterscheidet sich durch die Stellung der Aehrchen, welche ihre Kante, d. h. die Mittelnerven der einen Spelzenreihe der Spindel zukehren.

Die *Avenaceen* haben sehr langgestielte zwei- bis mehrblühige Aehrchen, die von den grossen Klappen ganz eingeschlossen werden und zu lockeren Rispen angeordnet sind.

Avena, der Hafer, wird in mehreren Arten, z. B. *A. sativa*, *strigosa*, *orientalis* gebaut. — *Arrhenatherum elatius* und *Aira caespitosa* sind sehr häufige Wiesengräser.

Die *Festucaceen* mit ebenfalls ästigen Rispen und gestielten vielblühigen Aehrchen, aber kurzen Klappen, enthalten die grösste Zahl unserer einheimischen, auf Wiesen, Haiden, in Wäldern, an Wegen u. s. w. wachsenden Gräser, z. B.

Bromus mollis, *Brachypodium silvaticum*, *Festuca ovina*, *rubra*, *pratensis*, Schwingelgras, *Poa annua*, *trivialis*, *nemoralis*, Rispengras, *Dactylis glomerata* Knäuelgras, *Briza media* Zittergras u. s. w. — *Bambusa* in Ostindien mit baumartigem, viele Meter hohem Halm; sechs Staubgefässe und drei Fruchtknoten in der Blüthe.

Aus den übrigen Unterfamilien verdienen noch Erwähnung:

Zea Mais (Olyreae), der Mais, wird in wärmeren Gegenden gebaut. Die Blüten sind einhäusig; die männlichen stehen auf dem Gipfel des Halmes, die weiblichen seitlich unten am Halme, zu einem dicken, von scheidigen Blättern umgebenen Kolben angeordnet. Der Kolben trägt seitlich auf äusserst kurzen Aestchen je zwei (seltener drei oder eins) einblühige Aehrchen.

Oryza sativa (Oryzeae), der Reis, stammt aus Ostindien und wird in nassen Gegenden Südeuropas cultivirt; die Blüthe hat sechs Staubfäden, das Aehrchen vier Klappen. *Saccharum officinarum (Andropogoneae)*, das Zuckerrohr, ist ursprünglich in Ostindien einheimisch.

Phragmites communis, das gemeine Schilf (*Arundinaceae*).

Fam. 2. *Cyperaceae*, Halbgräser. Blätter in drei Reihen am Stengel; Embryo im Endosperm eingeschlossen.

In der Unterfamilie der *Caricineen* sind die Blüten einhäusig (selten zweihäusig) und zu dichten, äusserlich ährenförmig erscheinenden Inflorescenzen angeordnet. Der Stengel trägt gewöhnlich mehrere solcher Inflorescenzen, meist eine männliche terminal und die weiblichen seitlich. Die Spindel ist mit spelzenartigen Deckblättern besetzt, in deren Achseln (nicht wie in den folgenden Unterfamilien die Blüten, sondern) ganz kurze Zweiglein mit einer hintenstehenden Spelze stehen; erst in der Achsel dieser Spelze steht die Blüte, von der Formel $K_0 C_0 A_{3+0} G_3$. Der Fruchtknoten wird von der Spelze, dem sog. Schlauch, ganz umschlossen.

Die Gattung *Carex*, Riedgras, enthält zahlreiche Arten, welche meist an feuchten Orten wachsen, starre, oft schneidende Blätter tragen und vom Landmann als saure Gräser bezeichnet werden, z. B. *C. glauca*, *acuta*, *Davalliana*, *stricta*, *panicea* häufig in Mooren, an Gräben; *C. brizoides*, *remota*, *digitata* in Wäldern; der Wurzelstock der auf Haiden wachsenden *C. arenaria* ist officinell.

Bei den *Scirpeen* stehen die hermaphroditen Blüten in der Achsel von spiralig stehenden Deckblättern und bilden eine wirkliche Aehre. Diese Aehren stehen meistens in der Mehrzahl zu anderen Inflorescenzen zusammengeordnet, seitlich am Halme; Perigonblätter borstenförmig oder fehlend.



Fig. 135. Diagramm von *Scirpus*.

Eriophorum latifolium, *angustifolium* u. a., Wollgras, kommen häufig auf Mooren vor. Das Perigon ist durch Seidenhaare ersetzt, die sich nach der Blüte bedeutend verlängern; dieselben sind in der Sechszahl oder mehr in jeder Blüte vorhanden. — *Scirpus*, Binse; das Perigon besteht aus sechs Borsten oder fehlt (Fig. 135). *S. caespitosus* mit niedrigem, einfachem Halme auf moorigen Wiesen, *lacustris*, *maritimus* in Weihern, Seen, *silvaticus* mit reichverzweigtem lockerem Blütenstande in feuchten Wäldern, Auen.

Die *Cypereen* unterscheiden sich von den *Scirpeen* durch die zweireihig (nicht spiralig) stehenden Deckblätter der Aehre.

Cyperus fuscus, gemein an feuchten Orten. — *Papyrus antiquorum* in Egypten diente im Alterthum zur Bereitung des Papiers.

Ordnung 6. *Enantioblastae*.

Die Blüten entsprechen der Formel $K_3 C_3 A_{3+3} G_3$, sind nur selten zweigliederig gebaut, oder durch Fehlschlagen einzelner Glieder abweichend. Samenknospen gerade; daher liegt an reifen Samen der Embryo der Basis des Samens gegenüber.

Die Familien der Restiaceen und Eriocauloneen sind von grasähnlichem Wuchs mit diclinischen Blüthen; sie bewohnen die Tropenregion und Südafrika.

Die Xyrideen und Commelynaceen, ebenfalls aus den Tropen, haben ein corollinisches inneres Perigon; aus der letzteren Familie werden Arten von Commelina und Tradescantia als Zierpflanzen cultivirt.

III. Reihe Corolliflorae.

Ordnung 7. Liliiflorae.

Blüthen meist gross, vereinzelt, oder in verschiedenartigen Blüthenständen, im Allgemeinen von der Formel $K_3 C_3 A_{3+3} G_3$, seltener nach der Zwei-, Vier-, oder Fünzfahl. Das Fehlschlagen trifft gewöhnlich nicht einzelne Glieder, sondern ganze Kreise. Perigonkreise beide gleichartig, meist corollinisch. Fruchtknoten ober- oder unterständig, meist dreifächerig. Embryo vom Endosperm umschlossen.

Fam. 1. Juncaceae. Pflanzen von grasähnlichem Wuchs, von den vorigen Familien durch das vollzählige Perigon und die anatropen Samenknoten verschieden, von den folgenden durch das trockene spelzenähnliche Perigon und oberständigen Fruchtknoten. Blätter bandartig oder röhrig. Blüthenstand eine Spirre.

Die Arten von Luzula (mit einsamigen Fruchtknotenfächern) multiflora, pilosa, campestris, albida, nicht selten in Wäldern, auf Haiden. — Juncus (mit mehrsamigen Fächern) häufig Binse genannt, J. glaucus und effusus mit röhrigem Stengel und Blättern, gemein an feuchten Plätzen, J. bufonius, an Wegrändern.

Fam. 2. Liliaceae. Fruchtknoten oberständig, Blüthen nicht zygomorph, Perigon corollinisch, Blüthen dem Typus entsprechend.

Unterfamilie 1. Melanthaceae mit septicider Kapsel und wandständigen Placenten.

Toffeldia caliculata mit grasähnlichen bodenständigen Blättern, die gelblichen Blüthen in einer Aehre an der Spitze des Schaftes, nicht selten auf mageren Plätzen, besonders in Gebirgsgegenden. — Veratrum album und nigrum, mit breiteiförmigen Blättern, officinell. — Colchicum autumnale Herbstzeitlose; der Stengel ist im Herbst während der Blüthezeit unterirdisch; er ist zu dieser Zeit kurz, dünn (Fig. 436 k'), sitzt neben einer älteren Knolle (k) und trägt ausser einigen noch wenig entwickelten Blättern (l' , l'') eine oder zwei Blüthen (b , b'); auch deren Fruchtknoten sind unterirdisch, die sechs Perigonblätter sind zu einer viele Centimeter langen Röhre verwachsen, welche weit über den Fruchtknoten hinaus bis über die Bodenoberfläche emporwächst und in dem rosenfarbigen sechstheiligen Saum endigt; die Staubfäden entspringen im obersten Theile der Röhre. Im Frühjahr schwillt der unterirdische Stengel an seiner Basis (k')

knollig an und wächst empor, so dass die sich entwickelnden Blätter ($l' l''$) und die Kapsel über die Erde kommen, an seiner Basis wächst ein Seitenspross (k'')

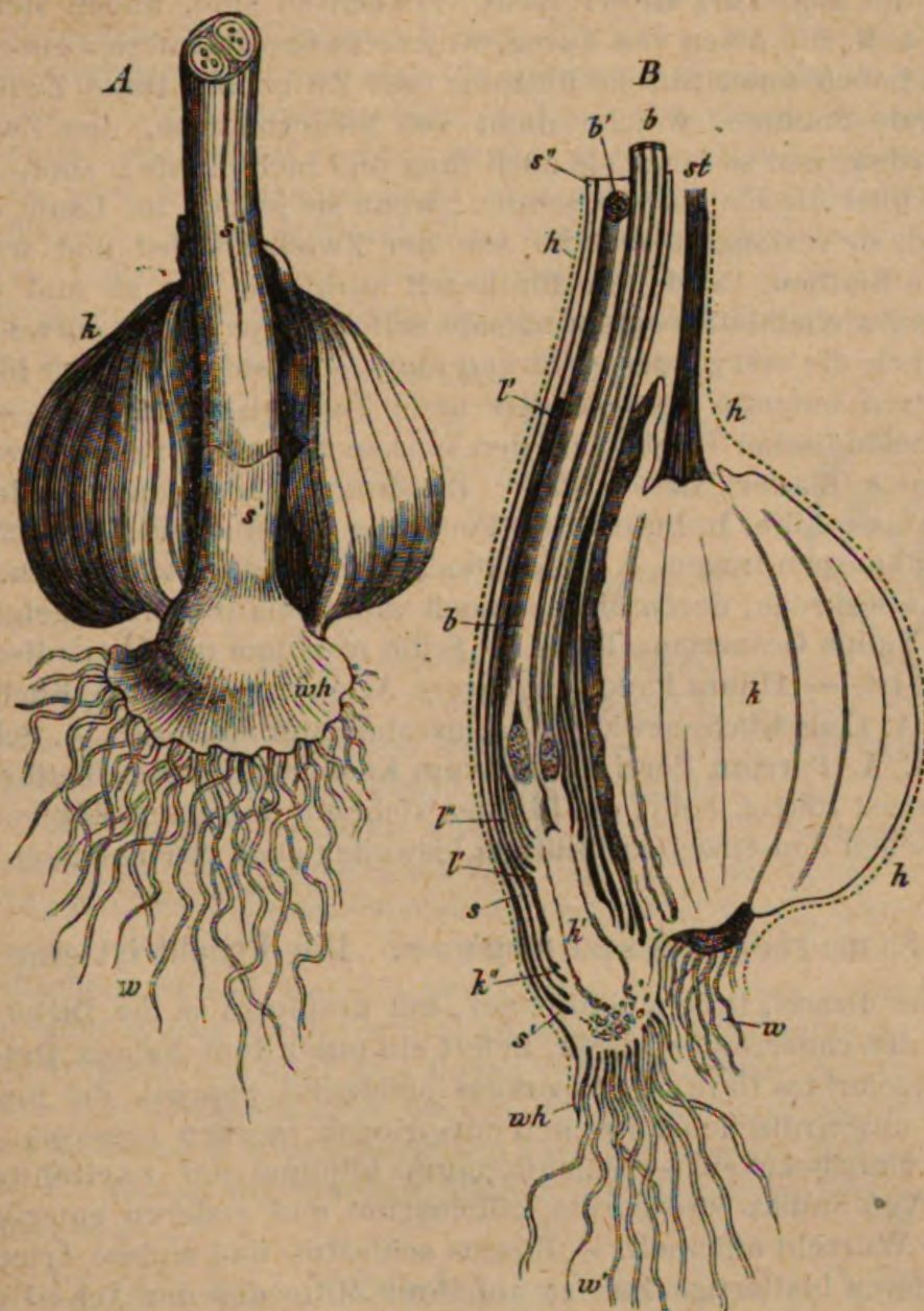


Fig. 136. *Colchicum autumnale*, unterirdische Theile einer blühenden Pflanze: A von vorn aussen gesehen, B im Längsschnitt (nat. Gr.) h eine braune Haut, welche alle Theile umhüllt, st der vorjährige oberirdische Stengel, k dessen Basalportion, die mit Reservestoffen gefüllte Knolle, wh deren Basis mit Wurzeln w ; ein Seitenspross aus der Basis der Knolle k ist die blühende Pflanze, $b b'$ deren Blüthen (die Perigonröhre), $l' l''$ deren Laubblätter, $s' s''$ deren Scheidenblätter, k' deren mittleres Stück, das im nächsten Jahr zur Knolle wird, mit einer Knospe k'' der Knolle des übernächsten Jahres (nach Sachs).

hervor, der im Herbst Blüthen erzeugt und sich dann ebenso verhält, wie der eben geschilderte.

Unterfamilie 2. Eigentliche Liliaceen mit loculicider Kapsel und centraler Placenta.

Bei einer Anzahl von Gattungen sind die sechs Perigonblätter zu einer gemeinschaftlichen Röhre verwachsen, die in sechs mehr oder weniger tief eingeschnittene Zähne endigt; *Hyacinthus orientalis*, deren Stamm eine unterirdische Zwiebel ist, eine bekannte Zierpflanze. — *Aloë* mit dicken fleischigen Blättern; einige Arten wie *A. soccotrina*, welche hauptsächlich das sog. Aloëharz, den bitteren

Saft der Blätter liefert, haben einen starken holzigen Stamm, der strauch- oder fast baumartig wird.

Auch unter den übrigen, zahlreicheren Gattungen, deren Perigonblätter getrennt oder nur ganz kurz an der Basis verwachsen sind, finden sich baumartige Formen, so z. B. die Arten von *Yucca*, welche in Centralamerika einheimisch sind. Die übrigen haben unterirdische Rhizome oder Zwiebeln. Diese Zwiebeln sind (s. § 23) verkürzte Stämme, welche dicht von Niederblättern, den Zwiebelschalen, umhüllt werden, und so lange sie noch jung und nicht kräftig sind, jährlich nur Laubblätter über die Erde emporsenden; wenn sie jedoch im Laufe einiger Jahre erstarkt sind, so verlängert sich die Axe der Zwiebel selbst und trägt an ihrem oberen Ende Blüthen. Nach der Blüthezeit stirbt die Axe ab und eine aus der Achsel eines Zwiebelblattes entspringende Seitenknospe wird entweder zu einer neuen Zwiebel, die erst wieder erstarken muss, oder sofort zu einer blüthentragenden Axe, deren unterste Niederblätter neue Zwiebelschalen sind. — *Phormium tenax*, neuseeländischer Flachs; auf den starken Rhizomen stehen etwa meterlange schwertförmige Blätter, deren starke Bastfasern Verwendung finden. — *Lilium candidum* weisse Lilie, *L. bulbiferum* Feuerlilie (deren obere Laubblätter in ihren Achseln Brutknospen tragen) *L. Martagon* Türkenbund, mit Zwiebeln. — *Fritillaria imperialis* Kaiserkrone, deren Blüthen noch vom beblätterten Stengelgipfel überragt werden. — *Tulipa Gesneriana* Tulpe. — *Scilla maritima* mit oberirdischer Zwiebel, die officinell ist. — *Allium* Lauch; mehrere Arten werden zum Küchengebrauche cultivirt, so *A. Cepa* Küchenzwiebel; *A. ascalonicum* Schalotte, *A. Schoenoprasum* Schnittlauch, *A. Porrum* Porri, *A. sativum* Knoblauch. Die Blätter der *Allium*-arten sind meist röhrig, hohl; die Blüthen stehen in kugeligen Köpfen oder Dolden, welche zwischen den einzelnen Blüthen bisweilen auch zwiebelartige Brutknospen tragen.

Unterfamilie 3. *Asparageae*. Die Frucht ist eine Beere.

Dracaena Draco, Drachenblutbaum, mit kräftigem in die Dicke wachsendem Stamm, auf den canarischen Inseln, liefert ein unter dem Namen Drachenblut bekanntes rothgefärbtes Harz. — *Asparagus officinalis*, Spargel, die jungen Sprosse, die von den unterirdischen Rhizomen entspringen, werden gegessen. — *Convallaria maialis*, Maiglöckchen. — *Maianthemum bifolium* mit zweizähligen Blüthenkreisen. — Von *Smilax Sarsaparilla*, *officinarum* und anderen amerikanischen Arten sind die Wurzeln officinell. — *Ruscus aculeatus* und andere Arten sind kleine Sträucher, deren blattartige Zweige auf ihrer Mitte aus der Achsel eines kleinen Deckblattes die diclinischen Blüthen tragen. — *Paris quadrifolia* Einbeere, giftig; die Blüthen sind aus vierzähligen (in seltenen Ausnahmefällen drei- oder fünfzähligen) Kreisen aufgebaut und stehen auf einem Stengel, der unter der Blüthe vier (resp. drei oder fünf) Laubblätter in einem Quirl trägt (s. Fig. 44).

Fam. 3. *Pontederiaceae*. Fruchtknoten oberständig; Perigon corollinisch, aber mit zygomorpher Ausbildung, nämlich das hintere Blatt des inneren Perigonkreises ist viel grösser, als die fünf anderen. Wasserpflanzen aus dem tropischen America.

Pontederia crassipes; der ganz kurze Stengel trägt eine Blattrosette und schwimmt auf der Wasseroberfläche, gehalten durch die in den blasig aufgetriebenen Blattstielen eingeschlossene Luft.

Fam. 4. *Amaryllideae*. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig; Blüthenbau nach dem Typus, nur selten 42—48 Staubfäden; Perigon corollinisch, hie und da etwas zygomorph ausgebildet, von schief trichterförmiger Gestalt (*Alstroemeria*, *Amaryllis*). Frucht meist eine Kapsel.

Alstroemeria mit beblättertem Stengel vom Habitus der Lilien. — Die übrigen Gattungen haben einen sehr kurzen bisweilen zwiebel förmigen Stamm und lange Blüthenschäfte. *Amaryllis formosa* mit grossem röhrig schief trichterförmigem, ungleich gezähntem Perigon, Zierpflanze. — *Galanthus nivalis* und *Leucojum vernum*, Schneeglöckchen. — *Narcissus Pseudo-Narcissus*, *poeticus* und andere Arten sind beliebte Zierpflanzen; Ligulargebilde der sechs Perigonblätter sind zu einer röhrenförmigen Nebenkrone verwachsen. — *Agave americana*, gewöhnlich fälschlich Aloe genannt, stammt aus Mexico, ist aber auch in Südeuropa einheimisch geworden. Der ganz kurze Stamm trägt eine grundständige Rosette von dicken stacheligen Blättern; wenn er hinreichend erstarkt ist (in Südeuropa etwa nach 10—20 Jahren) verlängert er sich zu einem viele Meter hohen Schaft, der in reichlicher Verzweigung von pyramidalem Umriss zahlreiche Blüthen trägt.

Fam. 5. *Irideae*. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig; Blütenbau nach der Formel $K_3 C_3 A_{3+0} G_3$, Perigon corollinisch, bisweilen zygomorph; Frucht eine Kapsel. Die Narben vieler Formen (besonders *Iris*) sind blumenblattartig ausgebreitet.



Fig. 137. Diagramm der Irideenblüthe.

Bei *Iris*, Schwertlilie, ist der Stamm ein unterirdisches wagerechtes Rhizom, das zweireihig gestellte schwertförmige, in der Richtung der Medianebene ausgebreitete Blätter und blüthentragende Stengel treibt; *I. florentina*, das Rhizom (Veilchenwurzel) ist officinell; *I. Pseudacorus* häufig in Gräben. — *Gladiolus* mit unterirdischer Zwiebel, die einen hohen mehrblüthigen Stengel treibt, Blüthen meist zygomorph, *G. communis* häufig cultivirt; *G. paluster* in Mooren. — *Crocus*, Safran, mit unterirdischer Zwiebel, die einen ganz kurzen unterirdischen Stengel treibt; dieser trägt oberirdische Laubblätter und schliesst mit einer Blüthe ab, deren Fruchtknoten noch tief unter der Erde steckt; die Röhre des Perigons ragt über dem Boden vor und breitet sich in einen sechsheiligen Saum aus, an dessen Basis die drei Staubgefäße inserirt sind; die Narben von *C. sativus* sind wegen ihres ätherischen Oeles als Gewürz und als Arzneiwaare im Gebrauch; *C. vernus* wegen seiner Blüthezeit in den ersten Frühjahrstagen beliebte Zierpflanze.

Fam. 6. *Taccaceae*. Fruchtknoten unterständig, einfächerig mit zahlreichen Samenknochen; Blütenformel $K_3 C_3 A_{3+3} G_3$; Perigon corollinisch; Staubfäden capuzenförmig eingebogen. Frucht eine Beere. Kräuter mit netzaderigen, wurzelständigen Blättern und einer vierblätterigen Hülle unter dem Blütenstand.

Die knollige Wurzel von *Tacca pinnatifida*, einer australischen Pflanze, enthält viel Stärkemehl.

Fam. 7. *Dioscoreae*. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig mit je einer oder zwei Samenknochen in jedem Fach; Blütenformel: $K_3 C_3 A_{3+3} G_3$; Perigon corollinisch; Staubfäden kurz, gerade. Frucht eine Kapsel oder Beere. Zweihäusig. Schlingpflanzen mit oberirdischer oder unterirdischer Knolle. Blätter netzaderig, Spreite scharf vom Stiel gesondert.

Dioscorea sativa, *Batatas* u. a. Arten, Yamswurzel, werden in der Tropenregion cultivirt wegen der stärkereichen, als Nahrung dienenden Knollen.

Ordnung 8. Ananasinae.

Blüthen aus den typischen fünf dreizähligen Kreisen bestehend; äusseres Perigon kelchartig, inneres kronenartig. Fruchtknoten dreifächerig, ober- oder unterständig, Embryo neben dem Endosperm.

Fam. Bromeliaceae. Blätter gewöhnlich lang, schmal, am Rande oft gesägt, gewöhnlich an einem kurzen Stamm bodenständig. Die hermaphroditen Blüthen meist in Aehren oder Rispen; deren Deckblätter entwickelt.

Ananassa sativa, Ananas; die Frucht ist eine Beere; die Beeren eines Blütenstandes verschmelzen mit einander und bilden eine Sammelfrucht, über der die Axe der Inflorescenz sich fortsetzt und eine Blattkrone trägt. Die Beeren der cultivirten Pflanzen enthalten keine Samen. Stammt aus America, wird aber in allen wärmeren Gegenden cultivirt.

Ordnung 9. Scitamineae.

Die dreigliederigen Blütenkreise sind zygomorph, nicht blos der Ausbildung nach, sondern meist schon im Diagramm, indem bei den einen das innere hintere Staubblatt fehlt, bei den anderen dieses allein fertil ist. Perigonkreise beide oder nur der innere corollinisch. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig; Frucht eine Kapsel oder Beere. Kein Endosperm, aber reichliches Perisperm.



Fig. 138. Diagramm der Musaceenblüthe:

Fam. 1. Musaceae. Formel: $K_3 C_3 A_{3+2} G_3$, Perigon corollinisch, unregelmässig ausgebildet; das vordere äussere Blatt meist sehr gross, das hintere innere immer sehr klein; der hintere Staubfaden steril oder fehlend, die anderen nicht immer fertil. Stauden von kolossalem, oft baumartigem Wuchs; die Blätter, welche mehrere Meter lang werden, sind gestielt, lanzettlich, ganzrandig mit starkem Mittelnerven und sehr zahlreichen unter einander parallelen Seitennerven. Die Blüten

stehen meist in ährenartigen Blütenständen in der Achsel von grossen, oft gefärbten Deckblättern, bisweilen zahlreich in der Achsel je eines Deckblattes.

Musa paradisiaca Pisang, *Musa Sapientum* Banane und *M. Ensete* stammen aus der Tropenregion der alten Welt; die beiden ersteren sind jetzt auch in America verbreitet. Die Pflanzen erfahren eine ausgedehnte Anwendung: die beerenartigen Früchte werden gegessen, die Fibrovasalstränge zu Geweben benutzt.

Fam. 2. Zingiberaceae. Formel: $K_3 C_3 A_{(3)+1} G_3$, der hintere Staubfaden des inneren Kreises trägt allein eine normale zweifächerige Anthere; die beiden vorderen dieses Kreises sind Staminodien; ebenso die drei des äusseren Kreises, wenn sie nicht ganz fehlen. Perigon

unregelmässig. Pflanzen von ähnlichem Wuchs, wie die vorigen, aber in kleineren Dimensionen. Blätter alle wurzelständig oder am Stengel in zwei Reihen. Die meisten Arten leben in den Tropen.

Zingiber officinalis im tropischen Asien und Westindien cultivirt; die Wurzel liefert den Ingwer. — Von *Alpinia Galangas* in Ostindien stammt die Galgantwurzel. — *Curcuma Cedo-aria* Zittwer. — *Curcuma angustifolia* und *leucorrhiza* enthalten in den Wurzeln sehr viel Stärkemehl, das als ostindisches Arrow-root in den Handel kommt. — Aus den Wurzeln von *Curcuma longa* und anderen Arten wird ein gelber Farbstoff gewonnen. — Von *Amomum Cardamomum*, *A. aromaticum* und anderen Arten werden die Früchte als Gewürz, Cardamomen, verwendet.

Fam. 3. *Cannaceae*. Formel $K_3 C_3 A_0 + [1] G_3$. Das hintere Staubblatt trägt nur eine halbe Anthere und ist, sowie die beiden anderen des inneren Kreises, in ein corollinisches Staminodium umgewandelt. — Im Uebrigen sind sie den beiden anderen Familien ähnlich gestaltet.

Canna indica und zahlreiche andere Arten werden als Zierpflanzen cultivirt. — *Maranta arundinacea* in Westindien liefert das eigentliche Arrow-root, bestehend aus dem Stärkemehl des Rhizoms.

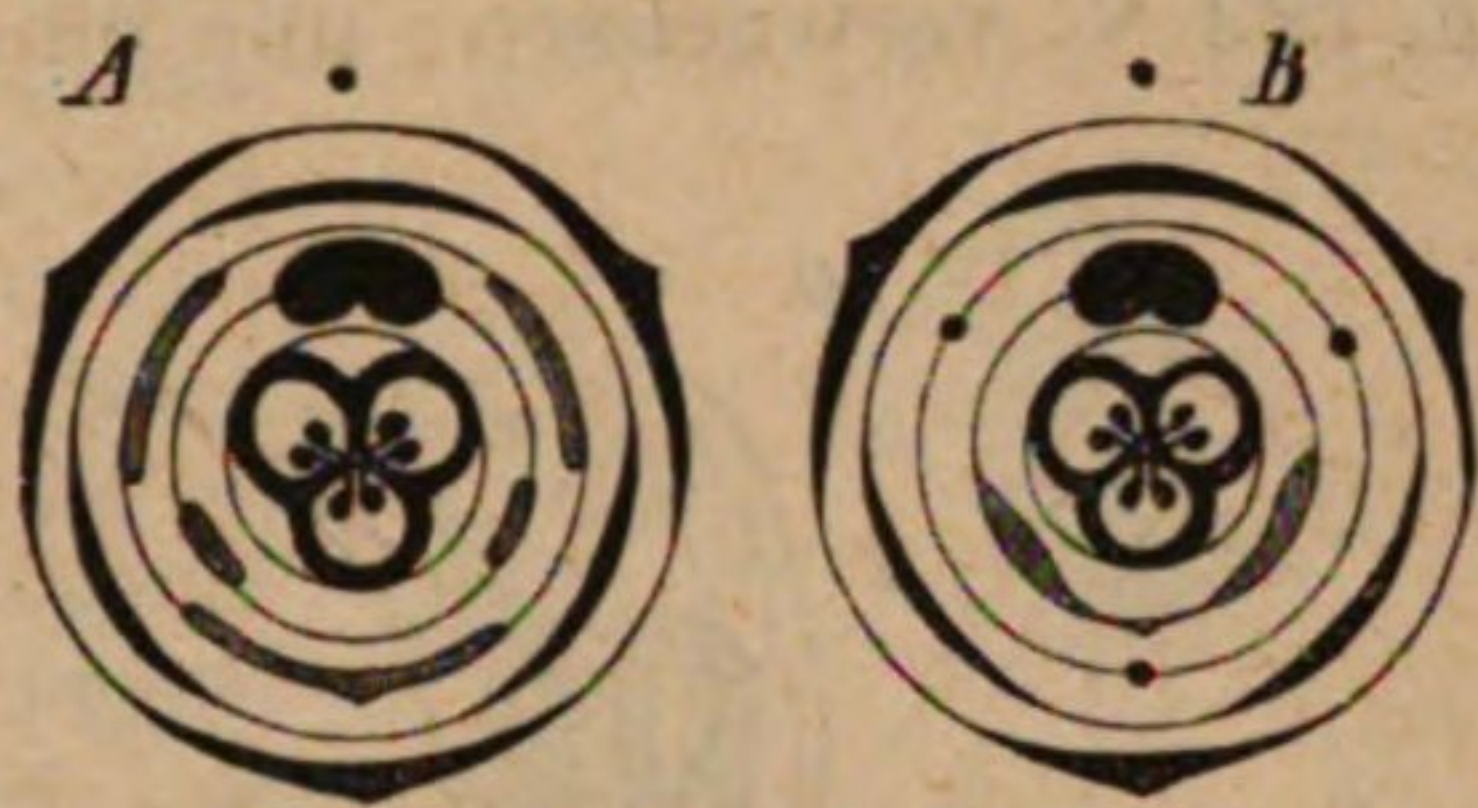


Fig. 139. Diagramme von Zingiberaceenblüthen, A *Hedychium*, B *Alpinia*.



Fig. 140. Diagramm der Cannaceenblüthe.

Ordnung 10. Gynandrae.

Fruchtknoten unterständig; Samen sehr klein, ohne Endosperm; Embryo ein winziger, ungegliederter Gewebekörper.

Fam. 4. *Orchideae*. Die allgemeine Formel der Blüthe ist $K_3 C_3 A_{\dot{1}} + [2] G_3$, für *Cypripedium* jedoch $K_3 C_3 A_{[\dot{1}] + 2} G_3$. Die Blüthe ist durch Drehung des langen Fruchtknotens gewöhnlich so gewendet, dass die hinteren Glieder statt wie gewöhnlich nach oben, nach unten zu stehen kommen. Die beiden Perigonkreise sind corollinisch und zwar zygomorph ausgebildet; das hintere Blatt des inneren Kreises, *Labelium* (Fig. 142 l, s.



Fig. 141. Diagramme von Orchideenblüthen; A der gewöhnlichen Form, B von *Cypripedium*; die schraffirten Staubblätter sind Staminodien.

auch Fig. 123, l) genannt, ist meist grösser als die übrigen und von der mannigfaltigsten Form, häufig einen Sporn (Fig. 142) oder

sackartige Höhlung (Fig. 123) bildend. Die Filamente der drei vorhandenen (es sind die drei vorderen beider Kreise) Staubblätter sind mit den drei Griffeln zu einer gemeinschaftlichen Säule, dem Gynostemium (Fig. 123 S) verwachsen; nur eins dieser Staubgefäße ist fruchtbar und

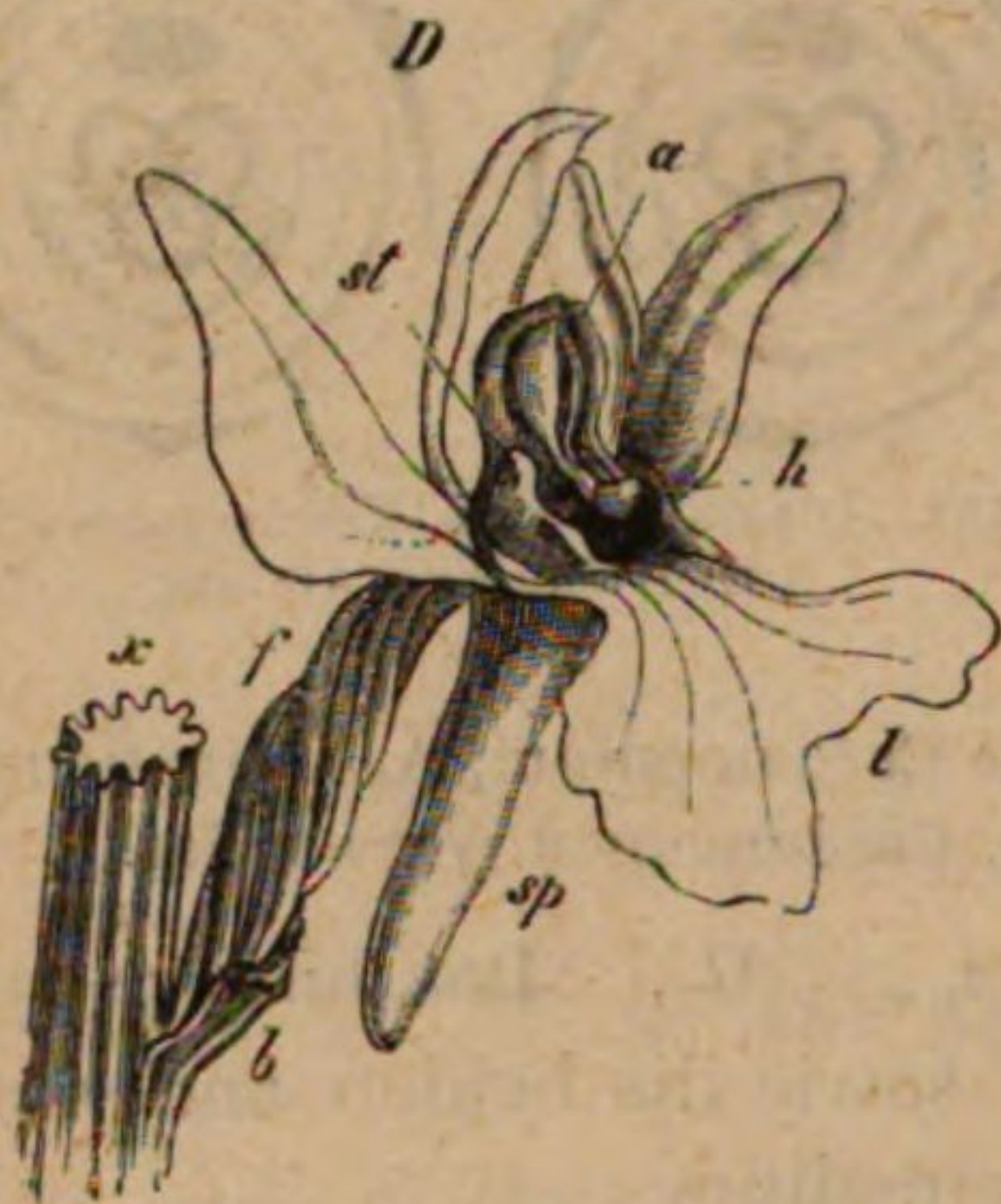


Fig. 142. Blüthe von *Orchis maculata*, nach Wegnahme des einen seitlichen (zugewendeten) Perigonblattes. *x* Mutteraxe, *b* Deckblatt der Blüthe, *f* Fruchtknoten; *l* hinteres inneres Perigonblatt, Labellum; *sp* dessen Sporn; *a* die Anthere, *st* Staminodium, *h* Klebscheibe (Rostellum) der Narbe (nach Sachs).

trägt eine zweifächerige (durch Schwinden der Scheidewand öfter ein-, seltener vierfächerige) Anthere (Fig. 142 *a*), die beiden anderen sind Staminodien (Fig. 142 *st*, 123 *x*). Der Pollen zerfällt bei einigen in die einzelnen Körner, bei anderen bleiben diese zu Tetraden, bei den meisten zu Massen vereinigt, deren jede einem Pollensack entstammt (Fig. 123 *p*). Bei der Bestäubung, die hier immer durch Insecten vermittelt wird, bleiben diese Pollenmassen mittels eines klebrigen Theils der Narbe, des Rostellum, beide am Insectenrüssel hängen, von dem sie in anderen Blüthen an der Narbe abgesetzt werden (s. o. p. 151 Fig. 123); bei ausländischen

Formen sind die Verhältnisse viel verwickelter. Fruchtknoten einfächerig mit zahlreichen wandständigen anatropen Samenknochen.

Meist Kräuter, die einheimischen mit unterirdischen Rhizomen oder Knollen. Diese Knollen sind gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden, die eine ältere, zur Blüthezeit schlaffere, trägt den oberirdischen blüthentragenden Stengel (oder bei jungen Pflanzen einen kurzen unterirdischen, der nur Blätter über die Erde treibt); die andere festere sitzt seitlich davon und entwickelt sich im nächsten Jahre.

Orchis Morio, *militaris*, mit rundlichen oder länglichen Knollen, *O. latifolia*, *incarnata* mit handförmigen in Wurzeln ausgehenden Knollen, häufig auf feuchten Wiesen. Die Knollen dieser und anderer Arten sind als Salep officinell; sie enthalten viel Schleim. — *Gymnadenia conopsea* mit langer Blüthenähre, und ebenfalls handförmigen Knollen, in Wäldern, auf Haiden. — *Ophrys myodes*, *apifera*, *aranifera* mit zierlichen, im Aussehen an Insecten erinnernden Blüthen, ziemlich selten auf Haiden, in Auen. — *Cephalanthera rubra*, *Epipactis latifolia* u. a. mit kriechendem Rhizom, in Wäldern. — *Corallorrhiza innata* mit korallenähnlich verzweigtem unterirdischem Rhizom, ohne Wurzeln, *Epipogon Gmelini* ebenfalls ohne Wurzeln, chlorophylllos, leben im Humus der Gebirgswälder, selten. — *Neottia Nidus avis*, ebenfalls ein chlorophyllloser Humusbewohner, besitzt ein dicht mit fleischigen Wurzeln besetztes Rhizom, die wie die Zweige in einem Vogelneste untereinander verschlungen sind, häufig in Wäldern. — *Cypripedium Calceolus*, Frauenschuh, in Gebirgswäldern, mit kriechendem Rhizom und breiten eiförmigen Blättern. Die Perigonblätter sind braunroth gefärbt, das gelbe Labellum bildet einen schuhförmigen hohlen Sack. Der Blütenbau weicht von

den anderen Gattungen ab: hier sind die beiden Staubgefässe, die bei den übrigen Staminodien sind, fertil (Fig. 143 *aa*) und das vordere, das sonst allein eine Anthere trägt, ein grosses Staminodium (Fig. 144 und 143 *s*).

Einen noch grösseren Reichthum an Formen besitzen die in den Tropen vorkommenden Gattungen und Arten, welche meist auf Bäumen leben und mächtige Luftwurzeln treiben. — *Vanilla canaliculata* und andere Arten haben eine lange schotenförmige Frucht, die sich durch ihren feinen Geruch auszeichnet und unter dem Namen Vanille allgemein bekannt ist. — *Vanda*, *Oncidium*, *Phajus* sind Gattungen, die wegen ihrer schönen, oft wohlriechenden Blüthen häufig in Gewächshäusern cultivirt werden.

Fam. 2. *Apostasieae*. Blüthenbau ähnlich, wie bei *Cypripedium*, Fruchtknoten dreifächerig mit centraler Placenta. — Wohnen im tropischen Asien.

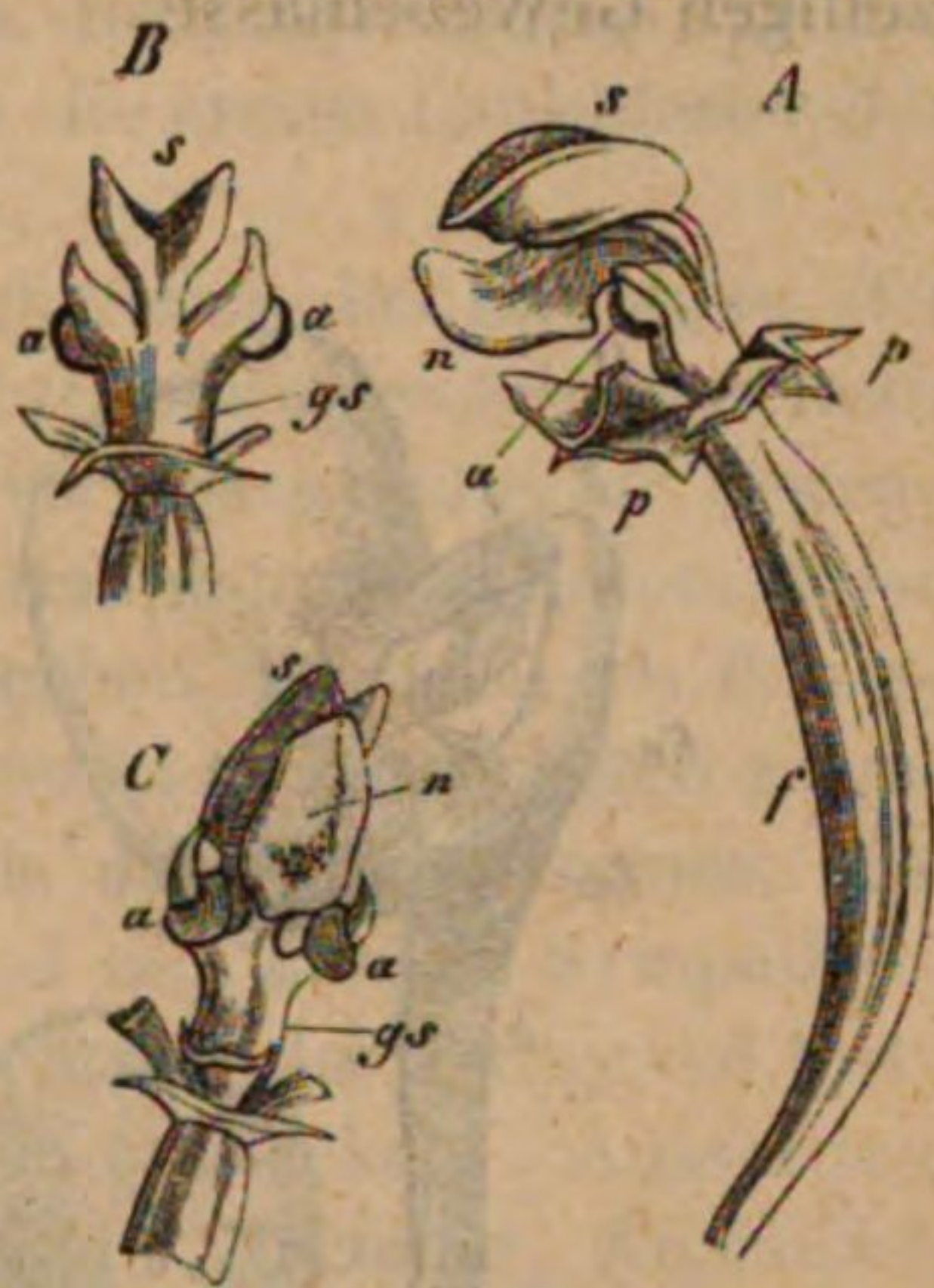


Fig. 143. Blüthe von *Cypripedium Calceolus*; die Perigonblätter *pp* sind abgeschnitten. *A* von der Seite, *B* von hinten, *C* von vorne; *f* Fruchtknoten, *gs* Gynostemium, *aa* die beiden fertilen Staubgefässe, *s* Staminodium, *n* Narbe (nach Sachs).

Classe X.

Dicotyledones.

Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt.

Der reife Same enthält bisweilen ein grosses Endosperm und einen kleinen Embryo (z. B. Umbelliferen, Euphorbiaceen); häufig ist aber der Embryo verhältnissmässig gross und das Endosperm nimmt einen kleinen Raum ein (z. B. Labiaten), oder endlich das Endosperm fehlt ganz und der Embryo erfüllt den ganzen von der Samenschale umschlossenen Raum (z. B. Rosskastanie, Leguminosen, Compositen).

Der Embryo ist gewöhnlich gegliedert und besteht aus einem Axenkörper und zwei opponirten Cotyledonen; in seltenen Fällen (z. B. *Corydalis*) ist nur ein Cotyledon vorhanden, oder es treten abnormer Weise bisweilen drei auf (z. B. Eiche, Mandel). Die Cotyledonen bilden gewöhnlich die Hauptmasse des Embryos z. B. bei Leguminosen (Fig. 144 *A*, *c*), Rosskastanie, wo sie dick und fleischig werden. Das Stammende trägt über den Cotyledonen entweder eine mehrblätterige Knospe

z. B. *Vicia* (Fig. 144 *kn*) oder endigt nackt. — Bei den chlorophyllfreien kleinsamigen Humusbewohnern und Schmarotzern (z. B. *Pirula*, *Orc-banche*) ist der Embryo ungegliedert und besteht nur aus einer wenigzelligen Gewebemasse.

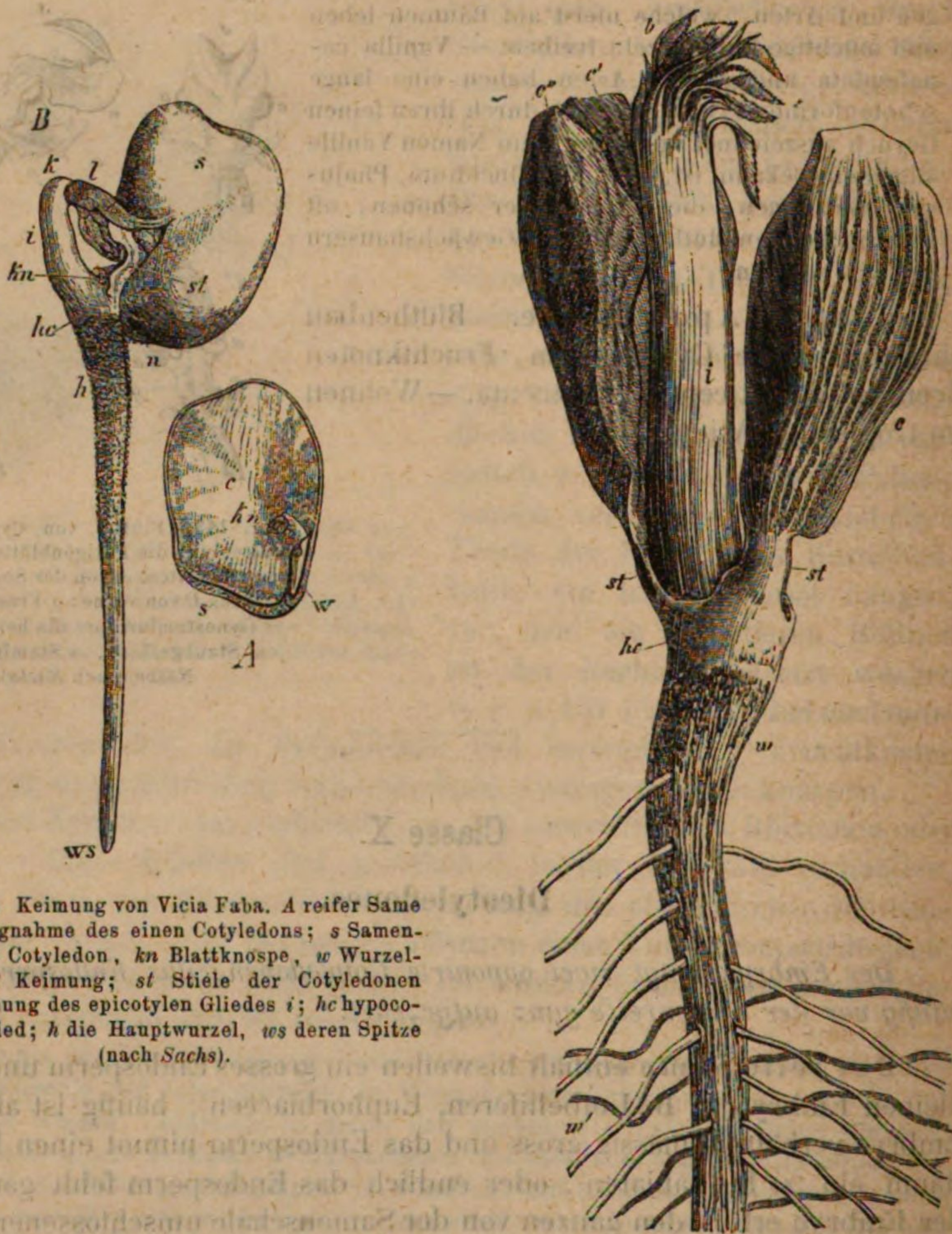


Fig. 144. Keimung von *Vicia Faba*. A reifer Same nach Wegnahme des einen Cotyledons; s Samenschale, c Cotyledon, kn Blattknospe, w Wurzelende; B Keimung; st Stiele der Cotyledonen k Krümmung des epicotylen Gliedes i; hc hypocotyles Glied; h die Hauptwurzel, ws deren Spitze (nach Sachs).

Fig. 145. Keimpflanze der Mandel; c c' c'' Cotyledonen, der eine c' c'' gespalten, st deren Stiele. i epicotyles Glied, b Blattknospe, hc hypocotyles Glied; w Wurzel, w' Nebenwurzeln (nach Sachs).

Bei der Keimung verlängert sich das hypocotyle Glied nach Sprengung der Samenschale so weit, um die Wurzel aus dem Samen hinauszuschieben, welche nun selbst rasch wächst und eine bedeutende Länge erreicht (Fig. 144 B, h), während die übrigen Theile noch im Samen verweilen. Die Cotyledonen bleiben nun entweder während der ganzen Keimung im Samen stecken und gehen, nachdem die Nahrungsstoffe aus

ihnen in die Pflanze übergegangen sind, zu Grunde (z. B. Rosskastanie, *Vicia* Fig. 144); es strecken sich dabei deren Stiele so weit, dass die Stammknospe, anfangs eingebogen, hinausgeschoben wird und sich später aufrichtet. Gewöhnlich aber (Fig. 145) treten die Cotyledonen aus der Samenschale heraus, ergrünen und fungiren als die ersten Laubblätter der Pflanze.

Die Axe des Keimpflänzchens bleibt häufig auch die Hauptaxe der Pflanze, welche am Gipfel sich verlängernd, zahlreiche schwächere Seitensprosse erzeugt; es kommt aber auch sehr oft vor, dass späterhin Seitenzweige sich ebenso stark entwickeln als der Hauptstamm; indem dabei die untersten schwächeren Seitenzweige absterben, kommen die Baumkronen der Laubbäume zu Stande; bei den Sträuchern entspringen solche kräftige Seitenzweige schon nahe an der Basis des Hauptstammes. Bei vielen Laubbäumen sind aber der Stamm und die Zweige Sympodien, indem jährlich die oberste Seitenknospe die Richtung der Mutteraxe fortsetzt, während deren Gipfel sich nicht weiter entwickelt. Ausserdem bestehen die mannigfaltigsten Einrichtungen, als Rhizome, Ausläufer, Knollen- (seltener Zwiebel-)bildung an Stämmen und Wurzeln, durch welche das Leben des Individuums an neue Seitenachsen übergeht. — Wo die Keimaxe fortan die Hauptaxe bleibt, da erreicht auch die Hauptwurzel eine mächtige Entwicklung als Pfahlwurzel, aus welcher die Seitenwurzeln in acropetaler Reihenfolge hervorbrechen; wenn das Längenwachsthum der Pfahlwurzel erlischt, treten zahlreiche adventive Wurzeln an ihren älteren Theilen auf, welche gleich den anderen Seitenwurzeln in mehreren Generationen erzeugen können und so ein mächtiges Wurzelsystem aufbauen.

Die Fibrovasalstränge des Stammes sind fast immer offene und vermitteln durch die Thätigkeit des sich constituirenden Cambiumringes das Dickenwachsthum der kräftigeren Stämme (s. §. 17). In einzelnen Fällen verlaufen ausser diesen zu einem Kreis geschlossenen Strängen noch andere isolirte Stränge durch den Stamm z. B. bei *Begonia*, *Aralia*; oder es finden noch complicirtere Verhältnisse in der Anordnung der Stränge statt, z. B. bei *Piperaceen*, *Sapindaceen*, *Menispermaceen*, *Phytolacca* u. a.

Die Verzweigung des Stammes ist fast ausschliesslich monopodial und axillär; nur in den Blütenständen der *Boragineen* kommt vielleicht dichotomische Verzweigung vor. Extraaxilläre seitliche Verzweigung findet sich, ausser wenigen anderen Fällen z. B. beim Weinstock und bei *Ampelopsis*, deren Ranken Seitenachsen sind, die nicht aus Blattachsen ihren Ursprung nehmen.

Die Blätter zeigen in ihren Stellungs- und Formverhältnissen die grösste Mannigfaltigkeit. Die Laubblätter sind gewöhnlich in Stiel und Spreite gesondert, stengelumfassende Scheiden kommen seltener vor, dagegen häufig Nebenblätter. Verzweigung des Blattes ist sehr häufig und gewöhnlich schon durch Zähne und andere Einschnitte am Rande ange-

deutet. — Die Nervatur der Laubblätter ist (mit Ausnahme der dicken, fleischigen Blätter) durch die zahlreichen auf der Unterseite vortretenden Nerven und deren zahlreiche krummlinige Anastomosen ausgezeichnet. Gewöhnlich ist ein Mittelnerv vorhanden, welcher rechts und links seitliche Nerven abgibt.

Die Blüthen sind nicht, wie bei den Monocotyledonen, auf einen Typus zurückführbar, sondern ziemlich verschieden gebaut. Bei einigen Familien (z. B. Ranunculaceen, Nymphaeaceen, Cacteen) finden sich spiralig gebaute, acyclische und hemicyclische Blüthen.

Die Kreise der cyclischen Blüthen sind vorherrschend fünf- oder viergliedrig; seltener sind drei- oder zweigliedrige; jene bestehen gewöhnlich aus vier Kreisen, die als Kelch, Krone, Androeceum, Gynaecium ausgebildet sind.

Für die grosse Mehrzahl liesse sich die Formel:

$$K_n \ C_n \ A_n(+n+...) \ G_n(-m)$$

aufstellen, wobei n meist $= 5$ oder $= 4$ ist.

Das Perigon besteht in solchen Blüthen aus zwei Kreisen, Kelch und Krone, welche gewöhnlich auch in entsprechender Weise, ersterer calicinis, letztere corollinisch ausgebildet sind. In mehreren Fällen fehlt die Krone, wie sich aus der Stellung der übrigen Blüthentheile und dem Vergleich mit verwandten Pflanzen ergibt; solche Blüthen heissen *apetal*.

Die Staubfäden sind gewöhnlich mit den Kronenblättern in gleicher Anzahl vorhanden und alterniren; sehr häufig kommt ausserdem noch ein interponirter Kreis vor, der bald über, bald unter dem normalen Kreis steht, aber dadurch charakterisirt ist, dass er die Alternation der anderen Kreise nicht stört. — In vielen Fällen treten die Staubfäden in sehr grosser Anzahl auf, die sich jedoch manchmal auf eine Zahl von Kreisen zurückführen lässt deren Gliederzahl gleich oder ein einfaches Multiplum der Kronenblätter ist. — Eine scheinbar grosse Anzahl von Staubfäden kommt auch durch Verzweigung von wenigen Staubfäden zu Stande. — Abortus, Dedoublement und seitliche Verschiebung bewirken weitere Complicationen.

Die Fruchtblätter sind gewöhnlich in Folge von Abortus in geringerer Anzahl vorhanden, sehr häufig nur zwei; Verzweigung kommt nur selten vor.

Bei einer Anzahl von Blüthen, besonders zwei- und dreigliedrigen herrscht die Neigung, auf alle Formationen mehrere Kreise zu verwenden, so dass sich als allgemeine Formel aufstellen liesse:

$$K_p(+p+...) \ C_p(+p+...) \ A_p(+p+...) \ G_p(+p+...).$$

Bei einer dritten Gruppe ferner scheint das Perigon überhaupt nur aus einem Kreis zu bestehen, während die Kreise des Androeceums und Gynaeciums in der Mehrzahl vorhanden sind (z. B. Aristolochieen).

Endlich finden sich Blüthen von äusserst einfachem Bau, die nur aus einem Fruchtknoten mit einem oder wenigen Staubgefässen bestehen, während das Perigon entweder ganz fehlt, oder durch haarähnliche, oder napfförmige Gebilde angedeutet ist. Gewöhnlich sind derartige Blüthen zu dichten reichblüthigen Inflorescenzen zusammengestellt.

Die Ordnungen der Dicotyledonen lassen sich in folgender Weise gruppiren:

I. Reihe. **Juliflorae.** *Blüthen sehr klein und unscheinbar in dichten Inflorescenzen, Aehren, Köpfchen oder Rispen, meist diclinisch. Perigon fehlt oder ist einfach, kelchähnlich.*

- Ordnung 1. Piperinae.
- 2. Urticinae.
- 3. Amentaceae.

II. Reihe. **Monochlamydeae.** *Die ansehnlichen Blüthen bestehen aus einem meist corollinischen, gamophyllen Perigon, einem oder mehr Staubfadenkreisen und einem polymeren Fruchtknoten, der aus ebensoviel oder mehr Carpellern besteht, als das Perigon Blätter enthält. — Daran schliessen sich die Ordnungen 6–8 mit einfachem oder fehlendem Perigon, von höchst zweifelhafter Verwandtschaft.*

- Ordnung 4. Serpentariae.
- 5. Rhizanthaeae.

-
- 6. Balanophoreae.
 - 7. Santalinae.
 - 8. Hippuridinae.

III. Reihe. **Aphanocyclicae.** *Spiralig gebaute, hemicyclische oder cyclische Blüthen mit meist freien Blattgebilden, die der Hülle meist in Kelch und Krone gesondert, mit sehr variablen Zahlenverhältnissen, meist mehr Staubblätter als Perigonblätter; Carpelle häufig mehrere monocarpe Fruchtknoten bildend.*

- Ordnung 9. Nymphaeinae.
- 10. Polycarpicae.
- 11. Cruciflorae.

IV. Reihe. **Tetracyclicae.** *Blüthentheile fast immer streng cyclisch geordnet; vier Kreise, wovon je einer auf Kelch, Krone, Androeceum und Gynaeceum kommt, meist fünfgliedrig; häufig ein interponirter Staubfadenkreis; meist weniger Carpelle als Glieder der anderen Kreise, fast immer einen polymeren Fruchtknoten bildend.*

A. **Eleutheropetalae.** *Die Kronenblätter frei, zuweilen fehlschlagend.*

1. *Centrospermae*. Die Krone fehlt häufig. Fruchtknoten oberständig, ein- oder dreifacherig. Die Samenknospen grundständig oder einer verlängerten axilen Placenta entspringend.

Ordnung 12. *Tricoccae*.

– 13. *Polygoninae*.

– 14. *Caryophyllinae*.

2. *Eucyclicae*. Krone fast immer vorhanden; meist ein interponirter Staubfadenkreis; Carpelle oft gleich viel als Kronenblätter. Fruchtknoten oberständig. Placenten wandständig.

Ordnung 15. *Parietales*.

– 16. *Guttiferae*.

– 17. *Columniferae*.

– 18. *Gruinales*.

– 19. *Terebinthinae*.

– 20. *Aesculinae*.

– 21. *Frangulinae*.

3. *Discophorae*. Fruchtknoten unterständig, oder oberständig von einem Discus umgeben, und dann bisweilen polycarpisch. Carpelle so viel oder weniger als Kronenblätter.

Ordnung 22. *Umbelliflorae*.

– 23. *Saxifraginae*.

4. *Perigynae*. Blüten meist perigyn, bisweilen epigyn.

α. *Acyclicae*. Blüten spiralig gebaut.

Ordnung 24. *Opuntiae*.

β. *Calicosae*. Perigon einfach, röhrig verwachsen, meist corollinisch.

Ordnung 25. *Thymelaeinae*.

γ. *Corolliflorae*. Kelch und eleutheropetale Krone.

Ordnung 26. *Myrtiflorae*.

– 27. *Rosiflorae*.

– 28. *Leguminosae*.

B. *Gamopetalae*. Die Kronenblätter zu einer Röhre oder wenigstens am Grunde verwachsen, fehlen fast niemals.

1. *Isocarpeae*. Fast immer ebensoviel Carpelle, als Kelch- und Kronentheile; Fruchtknoten meist oberständig.

Ordnung 29. *Primulinae*.

– 30. *Diospyrinae*.

– 31. *Bicornes*.

2. **Anisocarpeae.** Gewöhnlich nur zwei mediane Carpelle zu einem Fruchtknoten verbunden; niemals Vermehrung der Glieder- oder Kreiszahl.

α. **Hypogynae.** Fruchtknoten oberständig.

Ordnung 32. **Diandrae.**

— 33. **Contortae.**

— 34. **Tubiflorae.**

— 35. **Labiatiflorae.**

β. **Epigynae.** Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 36. **Aggregatae.**

— 37. **Synandrae.**

I. Reihe **Juliflorae.**

Ordnung 1. **Piperinae.**

Blüthen sehr klein in Aehren oder Kolben mit Deckblättern. Perigon fehlt vollständig. Samenknope gerade. Der Embryo ist klein und liegt vom Endosperm umgeben in einer Vertiefung des reichlichen Perisperms.

Fam. 1. **Piperaceae.** Fruchtknoten einfächerig mit einer geraden aufrechten centralen Samenknope. Geschlossene Fibrovasalstränge verlaufen einzeln im Grundgewebe. Die Blätter sind netzaderig, meist herz- oder eiförmig. Die Blüthenstände sind lange Kolben mit schildförmigen Deckblättern, in deren Achseln gewöhnlich die Blüthen sitzen. Die Blüthe besteht aus einem Fruchtknoten und zwei seitlich davon stehenden, bisweilen noch einem dritten, hinteren Staubblatt. Die Frucht ist eine Beere.

Piper nigrum in Ostindien; der sog. schwarze Pfeffer besteht aus den unreifen getrockneten Beeren, der sog. weisse aus den reifen, welche macerirt und durch Mahlen von der äusseren Schale befreit werden.

Fam. 2. **Chloranthaceae** mit hängender Samenknope, im tropischen Asien.

Fam. 3. **Saurureae** mit mehrfächerigem, aus drei bis fünf Carpellen gebildetem Fruchtknoten und mehreren Samenknochen, in America und Asien.

Ordnung 2. **Urticinae.**

Blüthen klein, zwitтерig oder eingeschlechtig meist mit einfachem Perigon, sind zu Blüthenständen von mannigfaltiger Form angeordnet. Die Staubfäden stehen (nicht bei den Plataneen) vor den Perigonblättern.

Fruchtknoten oberständig, einfächerig mit meist einer Samenknospe. Die Früchte sind Schliessfrüchte. Same meist mit Endosperm.

Fam. 1. *Urticeae*. Samenknospe basilär, aufrecht, gerade. Frucht trocken, vom bleibenden vertrocknenden Kelch umgeben. Meist Kräuter oder Stauden. Blüten polygam, monoecisch oder dioecisch, an rispenartigen oder geknäuelten Blütenständen, die in der Achsel von Laubblättern stehen. Das Perigon der männlichen und Zwitterblüthen ist vier- oder fünftheilig; das der weiblichen besteht aus zwei decussirten Blattpaaren von verschiedener Grösse, ist seltener röhrig oder fehlt ganz.

Urtica urens und *dioica*, Brennessel, bekannt durch die an der ganzen Pflanze vorhandenen Brennhaare; bei ersterer sind männliche und weibliche Blüten in eine Rispe vereinigt, bei letzterer auf verschiedene Pflanzen vertheilt. — *Böhmia nivea* in China u. Japan wird wegen der starken Bastfasern zu Gespinnsten verwendet.

Fam. 2. *Moraceae*. Samenknospe wandständig, anatrop oder campylotrop, seltener basilär gerade. Frucht vom fleischig werdenden Perigon umgeben oder in eine fleischige Blütenaxe eingesenkt. Bäume und Sträucher mit Milchsaft, zerstreuter Blattstellung, abfallenden Nebenblättern.

Morus alba und *nigra*, Maulbeerbaum. Die Blüten stehen in kurzen Kätzchen, welche bei der Fruchtreife durch die einander berührenden fleischigen Perigone zu Scheinbeeren werden. Die Blätter, namentlich der ersteren Art, dienen als Futter der Seidenraupe. — *Broussonetia papyrifera*, Papiermaulbeerbaum; die Rinde wird in China und Japan zur Papierbereitung verwendet. — *Maclura tinctoria* in Centralamerika liefert Gelbholz. — *Ficus Carica*, Feigenbaum; die Feige ist die ausgehöhlte Axe des Blütenstandes, an deren Innenfläche die Blüten und später die Früchte, letztere in Form harter Körnchen stehen. Oben ist die Höhlung durch kleine Hochblätter verschlossen. — *Ficus elastica* Gummibaum, der bei uns häufig in Zimmern cultivirt wird, *F. religiosa* und andere ostindische Arten liefern Kautschuk, der aus dem eingedickten Milchsaft gewonnen wird. — *Artocarpus incisa* Brodbaum, auf den Südseeinseln; die kopfgrossen Scheinfrüchte (Fruchtstände) werden geröstet und wie Brod gegessen. — *Galactodendron utile*, Kuhbaum, in Columbia, enthält einen milchartigen, geniessbaren Saft.

Fam. 3. *Ulmaceae*. Samenknospen hängend, anatrop. Bäume oder Sträucher mit zwitterigen oder polygamen Blüten in kurzen Knäueln, zerstreuter Blattstellung, abfallenden Nebenblättern.

Ulmus campestris und *effusa*, Ulme. Die Frucht ist von einem breiten flügelartigen Anhang rings umgeben.

Fam. 4. *Celtideae*. Samenknospe basilär, gerade; Bäume oder Sträucher in Südeuropa, Asien und America.

Celtis australis im wärmeren Europa.

Fam. 5. *Cannabineae*. Samenknospen hängend, campylotrop. Blüten monoecisch in rispigen Blütenständen. Die männlichen Blüten mit fünftheiligem Perigon und fünf kurzen Staubfäden. Die Frucht wird vom Perigon und Deckblatt umschlossen. Kräuter mit decussirten (wenigstens unteren) Blättern und bleibenden Nebenblättern.

Cannabis sativa, Hanf, soll aus Asien stammen, wird häufig cultivirt. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verwendet, die Früchte enthalten viel Oel. — *Humulus Lupulus*, Hopfen, eine windende Pflanze, die bei uns wild vorkommt und cultivirt wird. Die Fruchtstände werden wegen ihrer bitteren und aromatischen Eigenschaften dem Bier zugesetzt.

Fam. 6. *Platanaceae*. Samenknospe hängend, gerade. Die eingeschlechtigen Blüthen stehen in Knäueln an hängenden Zweigen; jeder Knäuel enthält nur männliche oder nur weibliche Blüthen. Das Perigon ist durch Schuppen ersetzt, mit denen in den männlichen Blüthen die Staubfäden alterniren. Die zerstreut gestellten Blätter haben bleibende Nebenblätter.

Platanus orientalis und *occidentalis*, Platane, werden häufig cultivirt.

Ordnung 3. *Amentaceae*.

Die diclinischen Blüthen stehen in zusammengezogenen hängenden Rispen, sog. Kätzchen. Die weiblichen Blüthen sind zuweilen von einer gemeinsamen, bis zur Fruchtreife heranwachsenden Hülle, der Cupula umgeben. Fruchtknoten unterständig, gewöhnlich zwei- oder mehrfächerig, aber durch Fehlschlagen ist die Schliessfrucht nur einfächerig und einsamig. Samenknospen meist hängend, anatrop; Same mit grossem Embryo, ohne Endosperm. Bäume und Sträucher.

Fam. 1. *Betulaceae*. Perigon der männlichen Blüthen aus mehreren oft verwachsenen Blättern bestehend, denen die meist ungetheilten Staubfäden superponirt sind. Fruchtknoten zweifächerig, mit zwei Samenknospen, ohne Cupula. Die männlichen sowohl, als die weiblichen Blüthen stehen zu zweien oder dreien an kurzen Seitenzweiglein des Kätzchens; die Deck- und Vorblätter dieser Seitenzweiglein werden zu je einer trockenen Schuppe, die aber nicht mit der Frucht verwächst, sondern bei der Fruchtreife abfällt oder an der Hauptaxe des Kätzchens stehen bleibt.

Betula alba, Birke; die zwei Vorblätter jedes Zweigleins des Kätzchens verwachsen mit dessen Deckblatt zu einer pergamentartig dünnen Schuppe, die bei der Fruchtreife abfällt. — *Alnus glutinosa*, Schwarz-, und *A. incana*, Weisslerle, kommen an Flussufern (erstere vorzugsweise an weichem, letztere an hartem Wasser) vor. Die vier schuppenförmigen Vorblätter jedes Blüthenzweigleins verwachsen mit dessen Deckblatt zu einer schildförmigen, nach dem Abfallen der Frucht an der Axe des Kätzchens stehen bleibenden Schuppe.

Fam. 2. *Coryleae*. Männliche Blüthen ohne Perigon; die 4—12, häufig gespaltenen Staubfäden sind der Deckschuppe eingefügt. Die weiblichen Blüthen stehen auf kurzen Seitenzweiglein des Kätzchens, aus deren Vorblättern die krautige Hülle wird, welche die reife Frucht umgibt.

Carpinus Betulus, Hain- oder Weissbuche, mit lockeren weiblichen Kätzchen und dreilappiger Hülle. — *Corylus Avellana*, Haselnuss, mit knospenartigen weib-

lichen Kätzchen, d. h. deren Deckblätter sind trocken, braun und schliessen fest zusammen; nur in den Achseln der oberen stehen Blüthen, deren rothe Narben oben hervorragen. Die Hülle ist unregelmässig gespalten.

Fam. 3. *Cupuliferae*. Perigon der männlichen Blüthen fünf- bis zehnpaltig; Staubfäden ungetheilt. Fruchtknoten aus drei oder mehr Fruchtblättern gebildet, dreifächerig mit je zwei Samenknospen, aber Frucht nur einsamig. Cupula immer vorhanden, oft die Frucht ganz einschliessend.

Fagus silvatica, gemeine oder Rothbuche. Das weibliche Kätzchen besteht aus zwei Blüthen, welche von einer gemeinschaftlichen Hülle umgeben werden; die Frucht ist dreikantig; zwei solcher Früchte sind in der sich vierspaltig öffnenden, aussen rauhstacheligen Cupula eingeschlossen. — *Castanea vesca*, ächte Kastanie; die Kätzchen sind sehr lang, aus einzelnen Knäueln zusammengesetzt; die unteren Knäuel der oberen Kätzchen sind die weiblichen Blüthenstände, aus drei oder selten mehr Blüthen bestehend. Die gemeinschaftliche Hülle dieser Blüthen, die Cupula, ist bei der Fruchtreife dicht mit langen Stacheln besetzt und enthält die Früchte mit brauner Schale, die Kastanien. — *Quercus*, Eiche; jede weibliche Blüthe ist von einer besonderen Cupula umgeben, welche als sog. Napf die Eichelfrucht an der Basis umschliesst. *Qu. pedunculata*, Stiel- oder Sommerliche mit langgestielten weiblichen Blüthenständen und sehr kurz gestielten Blättern: *Qu. sessiliflora*, Winterliche, mit sehr kurz gestielten weiblichen Blüthenständen und langgestielten Blättern.

Folgende Familien schliessen sich an die Amentaceen an, indem sie Manches mit ihnen gemein haben, aber doch in wesentlichen Merkmalen abweichen:

Juglandaeae. Perigon der männlichen Blüthe 5—6theilig, mit dem Deckblatt verwachsen. Weibliche Blüthen einzeln oder in wenigblüthigen Knäueln in der Achsel je eines Deckblattes, welches ebenso wie die beiden Vorblätter sich vergrössert. Fruchtknoten aus zwei Carpellen gebildet, unterständig, einfächerig mit einer geraden basilären Samenknope.

Juglans regia, Walnuss. Die Frucht ist eine Steinfrucht; in derselben ist der grosse mit vielfach gefalteten Cotyledonen ausgestattete Embryo umgeben von einem zarten braunen Häutchen, der Samenschale, enthalten.

Saliceae. Die Blüthen sind dioecisch in kätzchenförmigen Aehren, in der Achsel von Deckblättern. Das Perigon fehlt vollständig oder ist nur durch Honigdrüsen angedeutet; seltener ist es ein unterständiges, fast schüsselförmiges Gebilde. Der Fruchtknoten ist frei, einfächerig, aus zwei Fruchtblättern gebildet. Samenknospen zahlreich, wandständig, anatrop. Same ohne Endosperm.

Salix, Weide, in zahlreichen Arten, z. B. *S. alba*, *amygdalina*, *Caprea*, *purpurea*, *nigricans*, *viminialis* u. a. an Flussumfern. Staubfäden gewöhnlich zwei, bisweilen mit einander verwachsen. — *Populus* Pappel mit 8—30 dem schüsselförmigen Perigon eingefügten Staubfäden; *P. nigra*, *tremula*, *Espe*, *alba*, *Silberpappel*, *pyramidalis*.

Myricaceae. Sträucher oder Bäume, deren diclinische Blüten in kätzchenartigen Ähren, in der Achsel von Deckblättern stehen. Perigon fehlt vollständig. Fruchtknoten einfächerig mit gerader basilärer Samenknope. Embryo gross; Same ohne Endosperm.

Myrica Gale, ein kleiner Strauch, in Torfmooren. *M. cerifera*, in Nordamerika, scheidet auf den Früchten viel Wachs ab.

Casuarineae. Bäume vom Ansehen der Schachtelhalme in Neuholland. Die Internodien sind lang, gerieft, die quirligen Blätter als eine gezähnte Scheide vorhanden. Die perigonlosen diclinischen Blüten stehen in eingeschlechtigen Kätzchen in der Achsel von Deckblättern, mit mehreren schuppenartigen Hochblättern; die männlichen bestehen nur aus je einem Staubfaden, die weiblichen aus einem einfächerigen Fruchtknoten mit zwei halbanatropen Samenknochen, wovon nur eine zum Samen wird. Fruchtstand vom Aussehen eines Coniferenzapfens, Samen ohne Endosperm mit grossem Embryo.

II. Reihe Monochlamydeae.

Ordnung 4. Serpentariae.

Kriechende oder schlingende, dünnstengelige Pflanzen mit grossen, einfachen Laubblättern. Fruchtknoten mehrfächerig; Embryo klein in der Mitte des Endosperms. Blüten mit einfachem, meist corollinischem Perigon von der Formel $P_n A_{n+2n} (+n) G_n (+n)$, worin n meist $= 3$ oder $= 4$.

Fam. 1. Aristolochieae. Perigon zu einer dreizähligen oder zygomorphen zungenförmig endenden Röhre verwachsen. Blütenformel: $P_3 A_{3+6} G_6$. Fruchtknoten unterständig, sechs- (selten vier-) fächerig. Die Samenknochen zahlreich in zwei Längsreihen in den inneren Ecken jedes Faches, anatrop.

Asarum europaeum mit unterirdisch kriechendem Stamm, grossen nierenförmigen Laubblättern und kurz gestielten Blüten (Fig. 146), deren Perigon in drei gleiche Zähne endigt; die 9 Staubfäden sind lang, der Griffelbasis eingefügt und tragen die beiden Antherenhälften seitlich. — *Aristolochia* (s. Fig. 122) mit zygomorphem Perigon; die sitzenden Antheren sind mit dem Griffel verwachsen. Von *A. Serpentaria* und *A. officinalis* aus Nordamerika sind die Rhizome officinell; *A. Siphon* wird häufig als Schlingpflanze cultivirt; *A. Clematitis* wächst in Weinbergen u. dgl.

Fam. 2. Nepentheae. Perigon vierblättrig; Blüten diclinisch; die männlichen enthalten eine centrale Säule verwachsener Staubfäden



Fig. 146. *Asarum europaeum*. Längsschnitt der Blüte (vergr.) p Perigon (nach Sachs).

mit 16 Antheren, die weiblichen einen oberständigen vierfächerigen Fruchtknoten. Die Blätter haben eine hohle krugförmige Spreite, in welcher Wasser ausgeschieden wird.

Nepenthes destillatoria u. a. Arten bewohnen das tropische Asien und Madagascar.

Ordnung 5. Rhizanthaceae.

Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit meist deformirtem Vegetationskörper und einzeln stehenden sehr grossen Blüten oder kleinen Blüten in dichter Inflorescenz, Samenknochen sehr zahlreich; Embryo rudimentär, Same mit oder ohne Endosperm.

Fam. 1. *Cytineae*. Blüten diclinisch, Blütenkreise 2—8gliederig; Fruchtknoten unterständig, oberwärts 8—16fächerig.

Cytinus *Hypocistis* schmarotzt auf den Wurzeln von *Cistus* in Südeuropa; andere Arten finden sich in America und Südafrika.

Fam. 2. *Hydnoreae*. Blüten zwittrig, dreigliederig, Fruchtknoten unterständig, einfächerig. Die Narben ziehen sich in die Fruchtknotenhöhle hinab und gehen dort in die Placenten über.

Hydnora u. a. finden sich in Südamerika und Südafrika, wo sie auf den Wurzeln der Euphorbien schmarotzen.

Fam. 3. *Rafflesiaceae*. Blüten zwittrig oder zweihäusig. Kreise 5—10gliederig.

Rafflesia u. a. schmarotzen auf Wurzeln von Ampelideen in Ostindien.

Ordnung 6. Balanophoreae.

Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit deformirtem Vegetationskörper. Blüten dioecisch oder monoecisch in reichblüthigen Inflorescenzen. Weibliche Blüten meist aus einem einfächerigen, einsamigen Fruchtknoten bestehend. Samenknoche meist ohne Integument, gerade, hängend. Embryo sehr klein.

Balanophora, *Lophophytum*, *Helosis* u. a. kommen in Brasilien vor; andere bewohnen das tropische Africa, *Cynomorium coccineum* findet sich auch in der Mittelmeerregion.

Ordnung 7. Santalinae.

Chlorophyllhaltige Schmarotzer mit einfachen Laubblättern, Staubgefässe in gleicher Anzahl den Perigonblättern superponirt; Fruchtknoten unterständig; Samenknoche ohne Integument; Embryo gross.

Fam. 1. *Santalaceae*. Blüten meist hermaphrodit. Samenknoche hängend an einer centralen Placenta. Perigon 3—5gliederig.

Thesium pratense und andere Arten sind bei uns einheimisch und schmarotzen auf den Wurzeln anderer Pflanzen. Die Blätter sind schmal linealisch. — *Santalum album*, ein Baum im tropischen Asien, liefert Sandelholz.

Fam. 2. *Loranthaceae*. Blüten diclinisch oder hermaphrodit; die eine gerade centrale Samenknospe ist mit der Fruchtknotenwandung fest verwachsen. Perigon 4, 6 oder 8gliederig. Frucht eine Beere.

Viscum album Mistel, mit unächt dichotomisch verzweigtem Stamm und opponirten lederartigen Blättern, schmarotzt auf Bäumen, z. B. Apfelbäumen, Linden, Birken. Blüten dioecisch. Die Staubgefäße sind mit den vier Perigonzipfeln verwachsen.

Ordnung 8. Hippuridinae.

Wasserpflanzen mit sehr einfach gebauten Blüten, einfachem oder fehlendem Perigon, endospermhaltigen Samen.

Fam. 1. *Callitrichineae*. Untergetauchte oder im Uferschlamm kriechende Pflanzen mit decussirten linealischen oder eiförmigen Blättern, in deren Achseln meist einzeln die perigonlosen Blüten stehen; diese sind zwittrig oder einhäusig. Die männlichen, sowie die Zwitterblüten enthalten ein hinten stehendes Staubgefäß, die weiblichen einen freien, vierfächerigen, aus zwei seitlich stehenden Carpellen gebildeten Fruchtknoten; jedes Fach enthält eine hängende anatrophe Samenknospe.

Callitriche stagnalis, *vernalis* u. a. nicht selten in stehenden Gewässern.

Fam. 2. *Hippurideae*. Die quirlig beblätterten Stengel ragen aufrecht über die Wasseroberfläche vor. Die zwittrigen Blüten sitzen in den Achseln der Laubblätter und bestehen aus einem undeutlichen oberständigen Perigon, einem vorn stehenden Staubgefäß und einem einfächerigen Fruchtknoten mit einer hängenden anatropen Samenknospe (Fig. 147).

Hippuris vulgaris, Tannenwedel.

Fam. 3. *Ceratophylleae*. Untergetauchte Wasserpflanzen mit quirlständigen, wiederholt gabelig getheilten Blättern, in deren Achseln die diclinischen, monoecischen Blüten stehen. Die männliche Blüte besteht aus etwa 12 Perigonblättern und 12 bis 16 Staubgefäßen, die weibliche aus 9—11 Perigonblättern und einem freien, einfächerigen Fruchtknoten mit hängender Samenknospe.

Ceratophyllum demersum und *submersum* leben untergetaucht in stehenden und fließenden Gewässern.

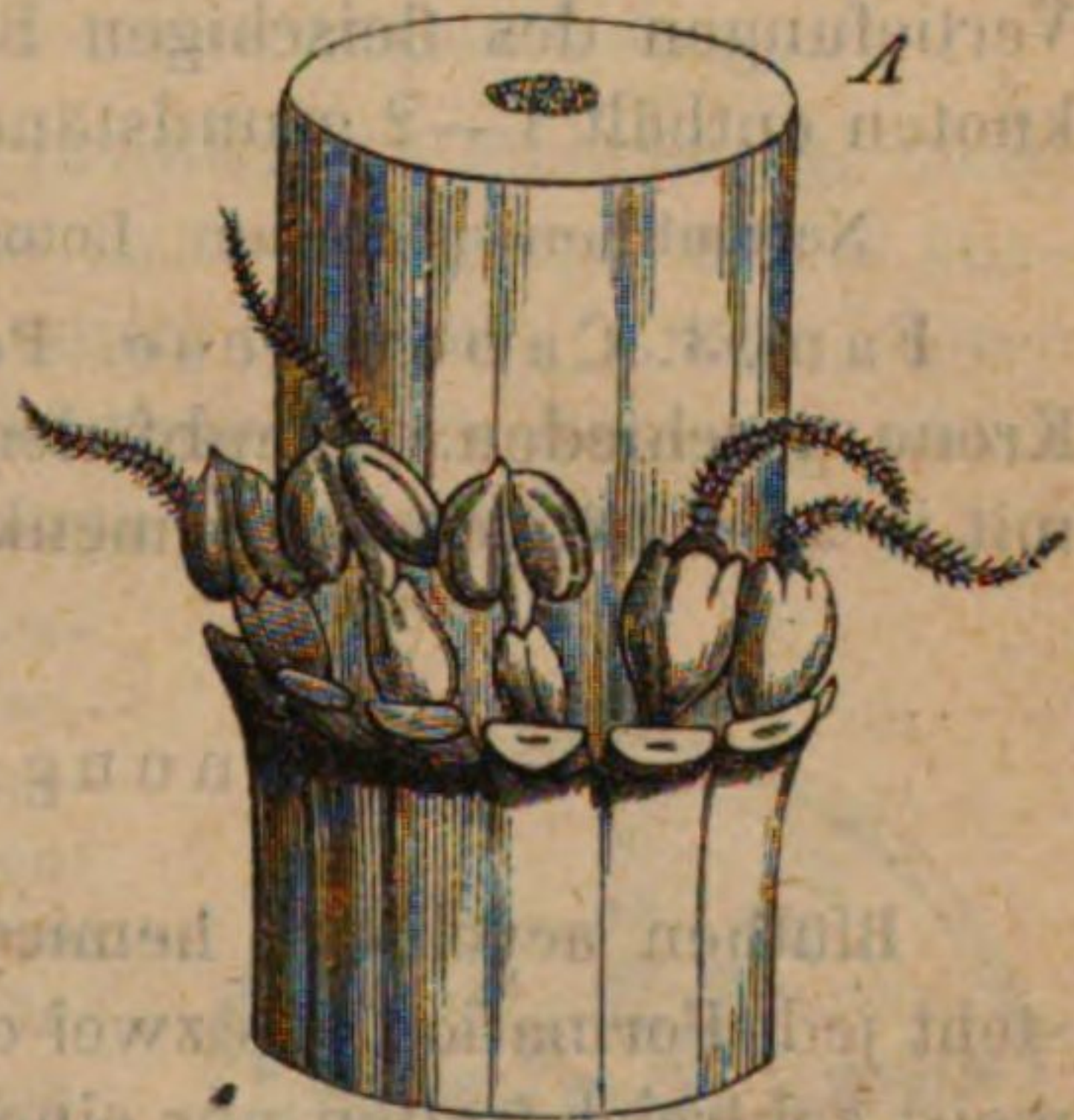


Fig. 147. Stück eines blüthentragenden Stengels von *Hippuris vulgaris*. Die Blätter sind abgeschnitten (nach Sachs).

III. Reihe Aphanocyclicae.

Ordnung 9. Nymphaeinae.

Wasserpflanzen mit meist schwimmenden grossen Blättern und grossen spiralig gebauten Blüthen. Embryo von wenig Endosperm umgeben in einer Vertiefung des Perisperms.

Fam. 1. Nymphaeaceae. Perigonblätter und Staubfäden zahlreich; Fruchtblätter zu einem polymeren vielfächerigen, ober- oder unterständigen Fruchtknoten verwachsen. Samenknochen zahlreich, wandständig. Das Rhizom wächst am Grunde der Gewässer und treibt langgestielte grosse flache, herz- oder schildförmige Blätter, die auf der Oberfläche schwimmen. Die Blüthe wird ebenfalls auf langem Stiel über das Wasser emporgehoben.

Nymphaea alba, weisse Seerose; die grünen äusseren Perigonblätter gehen allmählig in die längeren, weissen, inneren über, diese in die Staubfäden. Fruchtknoten halb unterständig. — *Nuphar luteum*, gelbe Seerose; die fünf äusseren Perigonblätter sind grösser, gelb (aussern zuweilen etwas grün) und bilden einen Kreis, den Kelch; die inneren viel kleineren und zahlreicheren ebenfalls einen Kreis, die Krone. Fruchtknoten oberständig. — *Victoria regia* in Brasilien hat schildförmige Blätter von mehreren Fuss im Durchmesser.

Fam. 2. Nelumbieae. Perigonblätter und Staubfäden zahlreich, in einander übergehend. Die einzelnen monomeren Fruchtknoten sind in Vertiefungen des fleischigen Blütenbodens eingesenkt. Jeder Fruchtknoten enthält 1—2 grundständige anatrophe Samenknochen.

Nelumbium speciosum, Lotosblume in Aegypten und Asien.

Fam. 3. Cabombeae. Perigonblätter wenige, deutlich in Kelch und Krone geschieden. Staubfäden 6—18; Fruchtknoten monomer, 6—18 mit je 2—3 hängenden Samenknochen. — America und Ostindien.

Ordnung 10. Polycarpicae.

Blüthen acyclisch, hemicyclisch oder cyclisch; in letzterem Fall besteht jede Formation aus zwei oder mehr Kreisen. Fruchtknoten mehrere, meist zahlreich (selten nur einer), monomer, ein- oder vielsamig. Embryo klein, Same mit oder ohne Endosperm.

Fam. 4. Ranunculaceae. Blüthen hemicyclisch. Perigon nimmt wenige Spiralumgänge ein, bildet gewöhnlich einen oder zwei Kreise. Staubfäden zahlreich, mehrere Spiralumgänge einnehmend oder in mehreren alternirenden Kreisen. Fruchtknoten spiralig angeordnet, zahlreich, oder weniger einen Kreis bildend; sehr selten nur einer. Formel: $K_n C_m A_{p+p} \dots g_{q+} \dots$, wobei gewöhnlich $n < m < p$; es kann aber auch $n = m$; $m = p$; $n = m = p$ sein, häufig $n = 5$. $q \geq n$. Same mit Endosperm.

Unterfamilie 1. *Clematideae*. Fruchtknoten zahlreich mit je einer hängenden anatropen Samenknospe. Perigon meist ein Kreis von gefärbten Blättern (Kelch); zuweilen noch ein zweiter innerer von kleineren Blättern (Krone). Kletternde oder rankende Sträucher mit opponirten Blättern.

Clematis Vitalba, Waldrebe, häufig an Hecken u. dgl. mit vier weissen Kelchblättern und lang geschwänzten behaarten Früchten.

Unterfamilie 2. *Anemoneae*. Fruchtknoten zahlreich mit je einer hängenden Samenknospe; Perigon aus einem kronenartig gefärbten Kreise (Kelch) oder zwei Kreisen gebildet, wovon der innere corollinisch ist. Perigonblätter meist ohne Nectarien.

Thalictrum in zahlreichen Arten, z. B. *Th. minus*, *flavum*, *aquilegifolium*, mit reichbeblättertem Stengel, sehr hinfälligem Perigon. — Bei *Anemone* entspringen die Blätter und Blütenstengel vom unterirdischen Rhizome; der Blütenstengel trägt nur einen Quirl von meist drei Blättern, Hülle genannt, welcher bei *A. Hepatica* unmittelbar unter dem Kelch, bei den anderen, wie *A. Pulsatilla*, *nemorosa*, davon entfernt steht.

Unterfamilie 3. *Ranunculeae*. Fruchtknoten zahlreich, mit je einer aufrechten anatropen Samenknospe. Perigon in zwei Kreisen; die Kronenblätter sind mit Nectarien versehen, fehlen nur sehr selten.

Ranunculus aquatilis, *fluitans*, mit fein zerschlitzten Blättern und weissen Blüten, sind Wasserpflanzen; *R. acer*, *repens*, *bulbosus*, auf Wiesen, *sceleratus*, *Flammula* in Gräben, meist mehr oder minder giftig. — *Ficaria ranunculoides* mit drei Kelch- und 8 oder mehr Kronenblättern, knollig verdickten Wurzeln.

Unterfamilie 4. *Helleboreae*. Fruchtknoten mehrsamig, meist weniger als Perigonblätter. Perigon meist in zwei Kreisen, einem äusseren, zumeist corollinischen Kelch und einem inneren, Krone, deren Blätter kleiner als die Kelchblätter sind, Nectarien tragen, bisweilen durch diese Function ganz umgeformt sind, oder auch vollständig fehlen.

Caltha palustris, Sumpfdotterblume mit grossem gelbem Kelch, ohne Krone. — *Trollius europaeus*, Butterblume mit kugelig zusammenschliessenden gelben Kelchblättern und kleinen Kronenblättern. — *Helleborus niger*, Weihnachtsblume und *H. viridis*, Niesswurz, mit hohlen becherförmigen Kronenblättern, officinell; — *Aquilegia*, Aklei (Fig. 148); Kelch und Krone gefärbt, letztere mit grosser Spreite und spornförmigen Anhängseln. — *Nigella arvensis*, *damascena* mit kleinen zu Nectarien umgewandelten Kronenblättern. — *Delphinium*, Rittersporn; das eine der fünf corollinischen Kelchblätter ist in einen Sporn verlängert; von den Kronenblättern ist meist nur ein hinteres vorhanden. D. *Staphisagria* giftig, D. *Consolida* in Feldern. — *Aconitum*, Eisenhut; das hintere der fünf gefärbten Kelchblätter ist helmartig übergebogen und umschliesst die zwei hinteren, in lang gestielte Nectarien umgewandelten Kronenblätter. A. *Napellus* officinell.

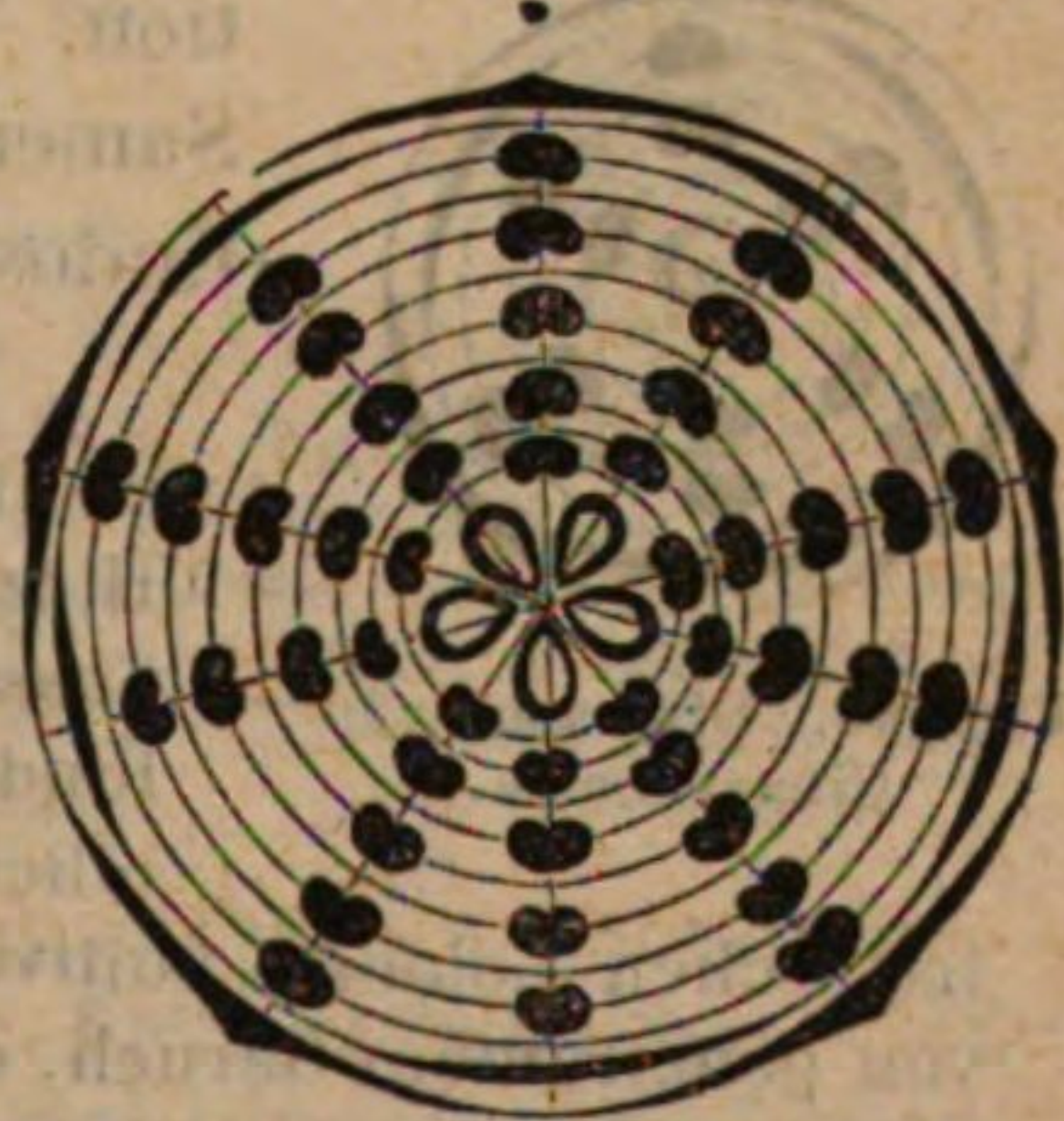


Fig. 148. Diagramm von *Aquilegia*.

Actaea spicata, Christophskraut, weicht im Blütenbau ab; Kelch aus zwei zweigliedrigen alternirenden Kreisen bestehend, weiss gefärbt. Kronenblätter vier, schmal, Staubfäden zahlreich spiralig; ein monomerer Fruchtknoten, der zu einer schwarzen Beere wird.

Unterfamilie 3. *Paeoniaeae*. Fruchtknoten vielsamig, Kronenblätter ohne Nectarien.

Paeonia officinalis, Pfingstrose, officinell.

Fam. 2. *Magnoliaceae*. Blüten acyclisch oder hemicyclisch; Perigonblätter nehmen mehrere Umgänge der Spirale ein. Staubfäden und Fruchtknoten zahlreich, meist mehrere Umgänge einnehmend. Same mit Endosperm. Bäume.

Magnolia grandiflora und andere Arten aus America und dem wärmeren Asien werden in Südeuropa häufig cultivirt. — *Liriodendron tulipifera*, Tulpenbaum, aus Nordamerica. — *Illicium anisatum* in China; die in eine Ebene sternförmig ausgebreiteten Fruchtknoten kommen unter dem Namen Sternanis als Gewürz in den Handel.



Fig. 149. Diagramm vieler Menispermaceenblüthen.

Fam. 3. *Menispermaceae*. Blüten cyclisch zweihäusig, von der Formel $K_{n+n} C_{n+n} A_{n+n} g_n (+ \dots)$, worin n meist = 3, seltener = 2, 4, 5, und dann in g sehr wechselnd; bisweilen mehr als vier Perigonkreise. Fruchtknoten einsamig. Wenig oder kein Endosperm. Schlingpflanzen in den Tropenregionen mit handförmiger Nervatur der Blätter.

Cocculus palmata in Südafrika liefert die Colombowurzel. — *Anamirta Cocculus* im wärmeren Asien; die Früchte, Kockelskörner genannt, sind in hohem Grade giftig.

Fam. 4. *Laurineae*. Blüten cyclisch, hermaphrodit oder polygam. Formel $K_n C_n A_{n+n} (+n + \dots) g_1$, worin $n = 2$ oder 3. Perigon aus zwei gleichartigen, meist calicinischen Kreisen bestehend. Staubfäden zuweilen in etwas verwickelter Alternation. Fruchtknoten mit einer hängenden anatropen Samenknope. Frucht meist eine Beere. Same ohne Endosperm.



Fig. 150. Diagramm von *Cinnamomum*.

Laurus nobilis, Lorbeer in Südeuropa. — *Sassafras officinalis*, ein Baum Nordamericas; die Wurzelrinde und das Holz sind officinell. — *Cinnamomum zeylanicum* und *C. Cassia*, auf Ceylon und den Sundainseln; ihre aromatische Rinde ist ein bekanntes Gewürz, der Zimmt. — *Camphora officinarum*, einheimisch in China und Japan, aber in allen

tropischen Colonien cultivirt, enthält in Holz und Blättern ein flüchtiges Stearopten von penetrantem Geruch, den Kampher.

Fam. 5. *Myristiceae*. Blüten cyclisch, dioecisch, Perigon einfach, meist dreispaltig; 3—15 zu einem Bündel verwachsene Staubfäden; Fruchtknoten aus einem Carpell bestehend mit einer grundständigen anatropen Samenknope. Frucht eine fleischige, zweiklappige Kapsel. Same mit sehr reichlichem Endosperm.

Myristica moschata, ursprünglich auf den Molukken einheimisch; der Same ist die sog. Muscatnuss, deren Endosperm marmorirt erscheint, weil die innerste dunkel gefärbte Schicht der Samenschale in die faltenartigen Einbuchtungen des Endosperms hineinwuchert. Der kleine Embryo liegt am Grunde des Samens. Der Same wird umgeben von einem zerschlitzten Arillus, der gesondert unter dem Namen Muscatblüthe in den Handel kommt.

Fam. 6. *Berberideae*. Blüten cyclisch, hermaphrodit, Formel $K_{n+n}C_{n+n}A_{n+n}g_1$; worin $n = 2$ oder 3. Fruchtknoten mit zahlreichen schräg aufwärts gerichteten wandständigen oder wenigen grundständigen Samenknospen. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm.

Berberis vulgaris Sauerdorn, $K_3+3C_3+3A_3+3g_1$; die gelben Blüten in hängenden Trauben, Frucht eine Beere; die Blätter der starken und langen Aeste sind in harte Dornen verwandelt, in deren Achseln kurze Aestchen mit dichtgedrängten Laubblättern stehen.

Ordnung 11. *Cruciflorae*.

Blüten cyclisch, monocarpisch; auf jede Formation sind mehrere, meist zweigliedrige Kreise verwendet; Fruchtknoten aus 2, 4 oder mehr Carpellen bestehend. Formel im Allgemeinen $K_2(+2)C_{2+2}A_{2+2}(\infty)G_2(+\dots)$. Same meist ohne Endosperm.

Fam. 4. *Papaveraceae*. Blütenformel: $K_2C_{2+2}A_{\infty}G_2(\infty)$. Die drei Perigonkreise alternieren mit einander; der Kelch calicinisch, Krone corollinisch. Die Staubfäden stehen in mehreren alternirenden vielgliederigen Kreisen. Fruchtknoten aus zwei oder zahlreichen Carpellen bestehend, zwei- oder mehrkammerig (Fig. 151). Samenknospen zahlreich, an den Scheidewänden stehend; Endosperm reichlich, Embryo klein. Die Pflanzen sind reich an Milchsaft.

Papaver somniferum, Mohn, mit mehrkammerigem Fruchtknoten, Frucht eine Porenkapsel. Das Opium ist der eingedickte, aus der jungen Kapsel durch Einschneiden gewonnene Milchsaft. Die Samen enthalten viel Oel. *P. Rhoeas* und andere Arten wachsen häufig auf Feldern. — *Chelidonium maius*, Schöllkraut mit gelben Blüten, zwei Carpellen, langer schotenförmiger Frucht, gelblichem Milchsaft, überall an Wegen, Mauern.

Fam. 2. *Fumariaceae*. Blütenformel $K_2C_{2+2}A_{2+2}^*G_2$. Die drei Perigonkreise alternieren mit einander; die zwei inneren (medianen) Staubfäden sind halbirt und die beiden Hälften an die Seiten hinüber verschoben, so dass an jeder Seite ein vollständiges Staubgefäss und zwei mit nur halber Anthere stehen. Blüthe zygomorph, einfach oder doppelt symmetrisch; Frucht schotenartig vielsamig, oder einsamig und nicht aufspringend. Same endospermreich.



Fig. 151. Diagramm von Papaveraceen. A Chelidonium, B Gynaeceum von Papaver, dessen Blütenbau sonst gleich ist dem von Chelidonium.

Fumaria officinalis und andere Arten, Erdrauch, auf Aeckern; das eine äussere Kronenblatt ist gespornt; einsamige Schliessfrucht. — *Corydalis cava* u. a. in Wäldern; ebenfalls nur das eine äussere Kronenblatt gespornt; Frucht schotenartig, zweiklappig. — *Diclytra spectabilis*, beliebte Zierpflanze; die Kelchblätter sehr klein, die zwei äusseren Kronenblätter an der Basis bauchig aufgetrieben, die zwei inneren über den Staubfäden zusammenschliessend.



Fig. 152. Diagramm der Fumariaceenblüte.

Fam. 3. Cruciferae. Blütenformel:

$K_{2+2}C_{\times 4}A_{2+2}^2G_2$. Die vier Kronenblätter stehen in einem Quirl, der mit den vier Kelchblättern alternirt.

Die zwei äusseren (seitlichen) Staubfäden sind kürzer als die vier durch Verdoppelung an der Stelle von zweien stehenden inneren. Die Blüten sind meist zu Trauben oder Rispen angeordnet, in welchen die



Fig. 153. Diagramm der Cruciferenblüte.

Deckblätter fehlen. Frucht eine Schote (siliqua); ist diese nicht viel länger als breit, so wird sie Schötchen (silicula) genannt. Das Schötchen ist häufig flach zusammengedrückt und zwar entweder in einer Fläche parallel mit der Scheidewand, so dass diese den grössten Durchmesser einnimmt (latisept), oder senkrecht darauf, so dass diese dem kürzesten Durchmesser folgt (angustisept). Same endospermreich. Keim bei den einzelnen Unterfamilien in verschiedener Weise gekrümmt, so

dass man auf dem Querschnitt des Samens verschiedene Ansichten erhält, welche schematisch ausgedrückt werden: ein Kreis (○) deutet den Querschnitt des Stämmchens an, gerade oder gebogene Linien (= >>) den Querschnitt der Cotyledonen.

A. Siliquosae. Frucht eine Schote.

Unterfam. 1. Arabideae. ○ =. *Cheiranthus Cheiri*, Goldlack, *Matthiola annua* und *incana*, Levkoje, werden häufig cultivirt. — *Nasturtium officinale*, Brunnskresse.

Unterfam. 2. Sisymbrieae. ○̄. *Sisymbrium officinale*, überall auf Schutt, *Erysimum* an Mauern.

Unterfam. 3. Brassiceae. ○ >> *Brassica oleracea*, Kohl, wird in vielen Varietäten zum Küchengebrauch cultivirt, z. B. Weisskraut, Rothkraut, Wirsing, Kohlrüben, Blumenkohl. — *B. Rapa* ist die Stammpflanze der weissen Rübe, wird in anderen Varietäten als Raps, gleich einer anderen Art, *B. Napus* cultivirt zur Gewinnung des in den Samen enthaltenen Oeles. — Die Samen von *B. nigra* und *Sinapis alba* sind die Senfkörner.

B. Siliculosae. Frucht ein Schötchen.

Unterfam. 4. Latiseptae. ○ = oder ○̄. *Cochlearia officinalis* Löffelkraut, ist officinell, *C. Armoracia* der Meerrettig. — *Alyssum calycinum*, *Farsetia incana*, *Draba verna* sind häufige Unkräuter.

Unterfam. 5. Angustiseptae. Cotyledonen verschiedenartig. *Thlaspi arvense*, *perfoliatum*, *Capsella Bursa pastoris* sind häufige Unkräuter; bei letzterer sind nicht selten die Kronenblätter in Staubfäden verwandelt.

C. *Nucamentaceae*. Frucht nussartig, springt nicht auf.

Isatis tinctoria, Waid, mit flachgedrückten hängenden Früchten, wird zur Indigobereitung benutzt.

D. *Lomentaceae*. Frucht eine sog. Gliederschote, zerfällt bei der Reife der Quere nach in einzelne einsamige Glieder.

Rhaphanus sativus, Rettig, wird in mehreren Varietäten gebaut.

Fam. 4. *Capparideae*. Blütenformel $K_{2+2}C_{\infty}A_{2+2}{}^2(\infty)G_2$; die Staubfäden alle von gleicher Länge, bisweilen getheilt. Der Fruchtknoten wird von einer mehr oder minder stark entwickelten Axenverlängerung getragen, hat oft falsche Scheidewände.

Die Blütenknospen von *Capparis spinosa* (in Südeuropa) sind die sogenannten Kapern.

IV. Reihe *Tetracyclae*.

A. *Eleutheropetulae*.

1. *Centrospermae*.

Ordnung 12. *Tricoccae*.

Blüthen diclinisch oder hermaphrodit, mit einfachem, doppeltem oder fehlendem Perigon. Fruchtknoten meist dreifächerig, die Scheidewände durch eine Axenverlängerung in der Mitte mit einander verbunden. In jedem Fach 1—2 hängende Samenknospen. Embryo von reichlichem Endosperm umgeben.

Fam. 1. *Euphorbiaceae*. Blüthen in mannigfachen Blüthenständen, von sehr verschiedenem Bau, häufig diclinisch; die Placenten bilden eine centrale Säule; der Griffel steht auf der Mitte des Fruchtknotens. Embryo gerade. Pflanzen von sehr verschiedenem Aussehen, mit Milchsaft.

Die Gattung *Euphorbia* trägt die Blüthen in cymösen Dolden oder Dichasien. Jede Axe schliesst mit einer Blüthe ab und aus den Achseln der Hochblätter dicht unter derselben entwickeln sich zwei oder mehrere wieder mit Blüthen abschliessende Sprosse. Die Blüthen sind zwit-terig, haben ein einfaches, becher- oder glockenförmiges Perigon, an dessen Rand eine nicht fest bestimmte Anzahl rundlicher Drüsen sitzt. Die verzweigten Staubfäden stehen vor den Lappen des Perigons in schwankender Anzahl *) (4—8); Fruchtknoten dreifächerig mit je einer Samenknospe. Die Samen sind mit einem eigenthümlichen Anhängsel, der Caruncula, versehen.

*) Die Blüthe von *Euphorbia* lässt sich auch als monoecische Inflorescenz (*Cyathium* genannt) auffassen; was wir Perigon nennen, wäre dann eine Hülle, welche zahlreiche männliche Blüthen (jeder Staubfadenzweig stellt dann eine Blüthe vor) und eine centrale perigonlose weibliche Blüthe einschliesst.

E. Peplus, *Cyparissias*, *helioscopia*, Wolfsmilch sind die häufigsten einheimischen Arten, auf Aeckern u. dgl.; sie sind krautartig, zum Theil einjährig, einige südeuropäische sind kleine Sträucher (z. B. *E. dendroides*, *fruticosa*); in Africa und den canarischen Inseln ist die Gattung durch Arten vertreten, die in ihrem Aeusseren den Cacteen auffallend ähnlich sehen; die Stämme sind dick, cylindrisch, kantig, kugelig und tragen kleine Blätter, welche gewöhnlich rasch abfallen. Diese letzteren Arten liefern *Euphorbium-Gummi*.

Mercurialis annua und *perennis*, zwei einheimische Kräuter, erstere auf Aeckern, letztere in Wäldern, haben dioecische Blüthen in Aehren; die männlichen bestehen aus einem dreiblättrigen einfachen Perigon und zahlreichen Staubfäden, die weiblichen aus einem ähnlichen Perigon und einem zweifächerigen Fruchtknoten mit je einer Samenknope.

Ricinus communis aus Africa, bei uns häufig cultivirt, trägt monoecische Blüthen in Rispen, an welchen unten die männlichen, oben die weiblichen stehen. Perigon einfach, fünftheilig. Staubfäden sehr zahlreich, verzweigt (s. Fig. 442). Das Endosperm enthält viel Oel, das in officinellem Gebrauch ist.

Croton Tiglium auf den Molukken liefert das Crotonöl, welches in den Samen enthalten ist. — Von zahlreichen Arten dient der Milchsaft zur Kautschukbereitung, insbesondere von *Siphonia elastica* in Guyana und Brasilien. — Das Stärkemehl der Wurzel von *Manihot utilissima* dient als Nahrungsmittel; eine Sorte desselben führt den Namen *Tapioca*. — Die Zweige vieler Arten von *Phyllanthus* sind blattartig und tragen in kleinen seitlichen Einkerbungen in der Achsel winziger borstenförmiger Blätter die kleinen Blüthen.

Fam. 2. *Buxineae*. Blüthen monoecisch, in Aehren oder Trauben, worin gewöhnlich die terminale Blüthe weiblich, die seitlichen männlich. Männliche Blüthen mit viertheiligem einfachem Perigon und vier superponirten Staubfäden; weibliche mit 4—12theiligem mehrreihigem Perigon und zwei- bis dreifächerigem Fruchtknoten; in diesem sind die Placenten oberwärts frei und tragen in jedem Fach zwei hängende Samenknospen. Meist Sträucher ohne Milchsaft.

Buxus sempervirens, ein immergrüner Strauch in Südeuropa, dessen Holz sehr geschätzt wird.

Ordnung 43. *Polygoninae*.

Blüthenhülle aus einem oder zwei Kreisen bestehend, diese meist drei-, fünf- oder sechsgliedrig, bald calicinisch, bald corollinisch. Staubfäden in einem oder zwei Kreisen, meist sechs, acht oder neun, bald den Perigonblättern superponirt, bald alternirend. Fruchtknoten von vier Carpellen gebildet, einfächerig. Samenknope einzeln, gerade, central. Frucht vom bleibenden Perigon eingehüllt. Endosperm mehlig. Blätter meist spiralig angeordnet, mit entwickelter Scheide und einer röhrig geschlossenen Ligula, der sog. *Ochrea*.

Fam. *Polygoneae*.

Mehrere Arten der Gattung *Rheum* (*undulatum*, *compactum*, *palmatum* u. a.), welche in Russland und Asien vorkommen, haben starke Wurzeln, die von wichtigem officinellem Gebrauch sind. — *Rumex*, Ampfer, *R. Acetosella*, Sauerampfer und andere Arten enthalten in den Blättern viel Oxalsäure. — *Polygonum Fagopyrum*, Buchweizen, wird wegen der mehligten Samen in vielen Gegenden gebaut.

Ordnung 14. Caryophyllinae.

Blüthenhülle in zwei Kreisen, wovon die Krone häufig fehlschlägt, der Kelch bisweilen corollinisch ausgebildet ist. Gliederzahl sehr variabel; Staubfäden in einem oder zwei Kreisen, häufig theilweise abortirt, hie und da verzweigt. Fruchtknoten aus 1—5 Carpellen gebildet, ein- oder mehrfächerig. Formel $K_n C_{(n)} A_n (+n) G_n (-m)$. Samenknospen anatrop oder campylotrop, einzeln oder zu mehreren auf einer axilen Placenta, die sich bisweilen säulenartig erhebt. Embryo lang, um das Perisperm gekrümmt. Blätter häufig decussirt.

Fam. 1. Nyctagineae. Perigon einfach, corollinisch, gamophyll. Staubfäden in kleinerer oder grösserer, nur selten gleicher Anzahl als die Perigonzipfel. Fruchtknoten monomer, einfächerig mit einer Samenknospe.

Mirabilis Jalapa aus America; die Wurzel wurde häufig mit der ächten Jalapawurzel (s. unten Convolvulaceen S. 219) verwechselt.

Fam. 2. Amarantaceae. Blüten klein, meist zu dichten Blütenständen, Knäueln, Köpfchen, Aehren in grosser Anzahl vereinigt; Formel: $K_n C_0 A_{n+[n]} G_1$. Kelch aus 3—5 Blättern bestehend, calicinisch oder corollinisch, Staubfäden den Kelchblättern superponirt; mit ihnen alternirt meist ein zweiter Kreis von Staminodien. Fruchtknoten monomer einfächerig, mit einer oder mehreren Samenknospen. Keine Nebenblätter.

Arten von Amarantus, Celosia werden häufig als Zierpflanzen cultivirt, von letzterer besonders mit monströs verbreiteter Inflorescenzaxe.

Fam. 3. Chenopodieae. Blüten klein, ebenfalls zu meist dichten Blütenständen vereinigt. Formel meist $K_5 C_0 A_5 G_2$. Blüten häufig dielinisch; Kelch calicinisch. Staubfäden hie und da theilweise abortirt. Fruchtknoten einfächerig mit einer Samenknospe. Keine Nebenblätter.

Chenopodium album, Blitum Bonus Henricus und andere Arten sind häufige Unkräuter, besonders auf wüsten Plätzen. — Spinacia oleracea, Spinat, Beta vulgaris, Runkelrübe werden cultivirt, letztere in verschiedenen Sorten, als rothe Rübe, Zuckerrübe u. a. — Salsola und verwandte Pflanzen bilden einen Hauptbestandtheil der Seestrandsvegetation.

Fam. 4. Phytolaccaceae. Blüten einzeln oder in Aehren oder cymösen Blütenständen $K_n C_0 A_n^{(2)} G_{n+m}$. Kelch 4—5theilig, oft gefärbt; Krone fehlt gewöhnlich. Staubfäden mit den Kelchblättern alternirend, bisweilen verdoppelt (Fig. 154). Fruchtknoten meist aus zahlreichen Carpellen gebildet, mehrfächerig, in jedem Fach eine Samenknospe. Nebenblätter bisweilen vorhanden.

Phytolacca decandra aus Nordamerica, wird zum Färben des Weins und anderer Gegenstände verwendet, ist aber gesundheitsschädlich.

Fam. 5. Portulacaceae. Kelch 2-, 3-, 4-, 5-blättrig, oft gamosepal; Krone bisweilen vorhanden, aber sehr hinfällig. Staubfäden in



Fig. 154. Diagramm der Blüte von Phytolacca.

sehr variabler Anzahl. Fruchtknoten ein- bis fünffächerig, mit einer oder mehr Samenknochen in jedem Fach. Nebenblätter sind bisweilen vorhanden.

Portulaca oleracea und andere Arten und Gattungen erinnern im Aussehen an *Crassulaceen*.

Fam. 6. *Paronychieae*. $K_n C_{(n)} A_n^{(2)} G_{n-m}$ Kelch vier- bis fünfblätterig, gamosepal, Krone oft fehlend. Staubfäden in gleicher Anzahl den Kelchzipfeln superponirt, bisweilen zum Theil abortirt oder einige verdoppelt. Fruchtknoten einfächerig, mit meist einer Samenknoche. Nebenblätter meist vorhanden.



Fig. 155. Diagramm der Blüte von *Scleranthus*.

Scleranthus annuus, *perennis*, *Illecebrum verticillatum*, *Herniaria glabra* u. a. wachsen als Unkräuter auf Aeckern, an Wegen, sandigen Stellen.

Fam. 7. *Alsineae*. $K_n C_n A_n^{(+n)} G_n^{(-m)}$. Kelch vier- bis fünfblätterig, eleutherosepal, Krone häufig vorhanden, vier- bis fünfblätterig. Staubfäden in einem oder zwei Kreisen. Fruchtknoten einfächerig, aus fünf oder weniger Carpellen gebildet, mit zwei oder mehr Samenknochen. Keine Nebenblätter.

Sagina procumbens, *Spergula arvensis*, *Alsine*, *Arenaria serpyllifolia*, *Holostium umbellatum*, *Cerastium triviale*, *arvense*, *Stellaria media* sind häufige Ackerunkräuter, *Stellaria Holostea*, *graminea*, *nemorum* in Wäldern.

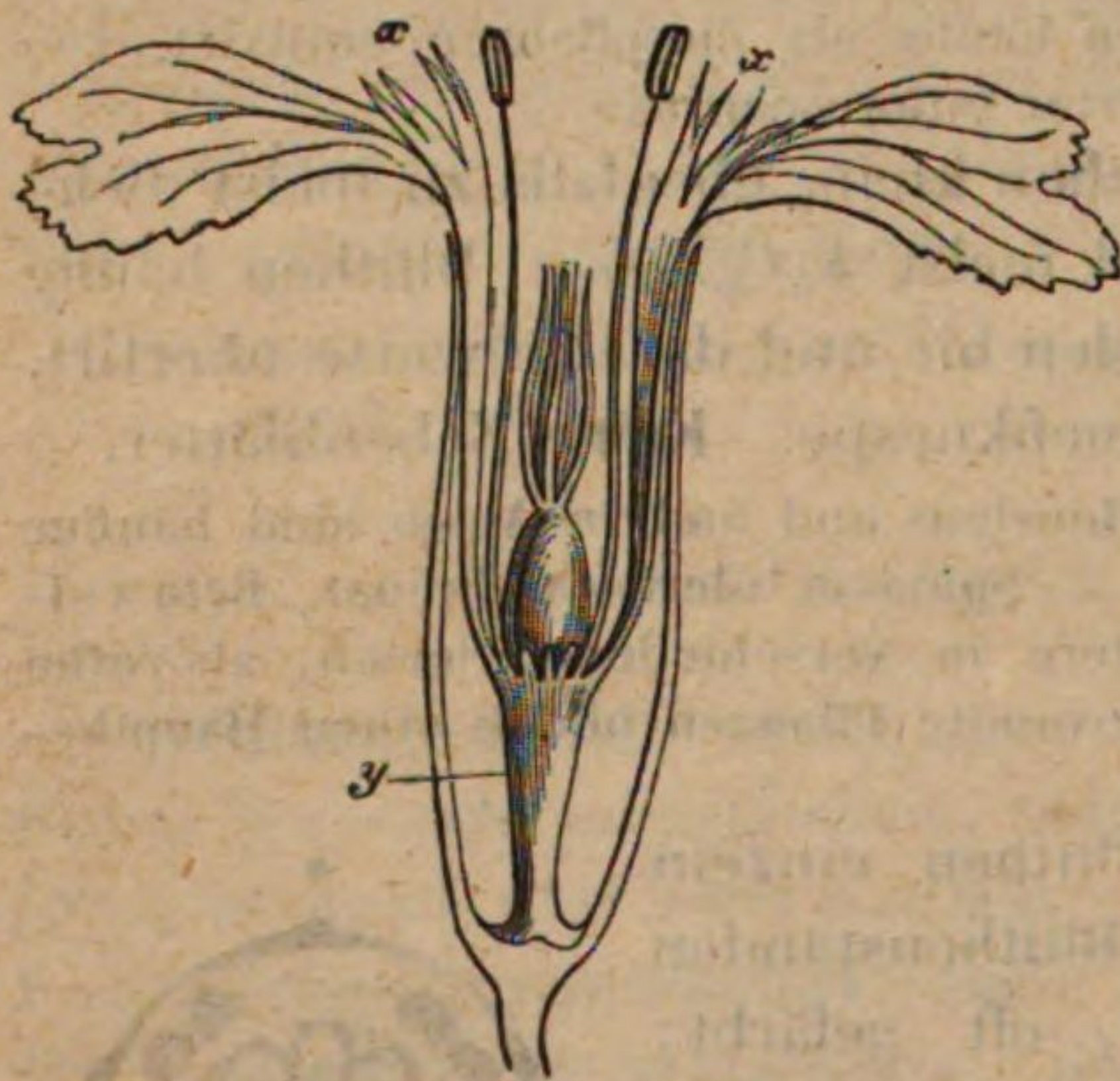


Fig. 156. Längsschnitt der Blüte von *Lychnis Flos Jovis*. *y* das verlängerte Axenglied zwischen Kelch und Krone, *x* Nebenkronen (nach Sachs).

Fam. 8. *Sileneae*, $K_n C_n A_n^{+n} G_n^{+m}$. Kelch gamosepal; die inneren Kreise sind häufig durch eine besondere Axenverlängerung (Fig. 156 *y*) emporgehoben. Bei einigen Gattungen (z. B. *Lychnis*, *Saponaria*) finden sich Nebenkronen (Fig. 156 *x*).

Dianthus, Nelke, kommt in mehreren Arten, z. B. *Carthusianorum*, *deltoides*, *superbus* bei uns wild vor, *D. Caryophyllus*, *barbatus* sind verbreitete Zierpflanzen. Der Kelch ist hier an der Basis von mehr oder minder zahlreichen Hochblättern umgeben. — *Lychnis diurna*, *vespertina*, *Flos Cuculi* häufig auf Wiesen, Aeckern. — *Agrostemma Githago*, in Getreidefeldern. — *Silene inflata*, *Otites*, *nutans*

auf Wiesen, in Wäldern. — *Saponaria officinalis* Seifenwurzel mit schleimiger Wurzel, an Flussufern u. dgl.

2. *Eucyclicae*.

Ordnung 15. Parietales.

Blüthenhülle in zwei Kreisen; ein gleichzähliger Staubfadenkreis oder Staubfäden in sehr grosser Anzahl; Kreise meist fünfgliedrig. Carpelle drei, einen einfächerigen Fruchtknoten bildend, mit wandständigen Placenten. Formel meist: $K_5 C_5 A_5 (\infty) G_3$. Embryo meist in der Axe des Endosperms.

Fam. 1. *Resedaceae*. Kelch und Krone 4—8blättrig; Staubfäden zahlreich. Same ohne Endosperm. Samenknospen anatrop. Kräuter, Stauden mit spiralig gestellten Blättern; Blüthen meist zygomorph, klein, in reichblüthigen Trauben.

Reseda luteola Wau, wird in der Färberei benutzt, *R. odorata* verbreitete Zierpflanze.

Fam. 2. *Bixaceae*. Kelch fünfstheilig, Krone aus zahlreichen Blättern bestehend, zuweilen fehlend. Staubfäden zahlreich, Samenknospen anatrop. Same mit Endosperm. Bäume mit meist ganzen, alternirenden Blättern.

Die Samen von *Bixa Orellana* in America liefern einen rothgelben Farbstoff, der als Terra Orellana in den Handel kommt.

Fam. 3. *Cistineae*. Kelch bisweilen dreiblättrig, Krone fünfblättrig. Staubfäden zahlreich. Formel meist $K_5 C_5 A \infty G_3$. Samenknospen orthotrop. Same mit Endosperm. Bäume oder Stauden mit meist opponirten Blättern, gewöhnlich mit Nebenblättern.

Cistus ladaniferus, *creticus* und andere Arten dieses Baumes in Südeuropa schwitzen ein balsamisches Harz aus. — *Helianthemum vulgare* ein bei uns sehr häufiger Halbstrauch.

Fam. 4. *Violarieae*. Formel meist $K_5 C_5 A_5 G_3$. Samenknospen anatrop. Same mit Endosperm. Die einheimischen Pflanzen sind Kräuter mit Nebenblättern und einzelnstehenden zygomorphen Blüthen; das vordere untere Kronenblatt ist in einen sackartigen Sporn verlängert (Fig. 157 *cs*), in welchem der von den spornförmigen Anhängseln der unteren Staubfäden (Fig. 157 *fs*) abgeschiedene Nectar sich ansammelt.

Viola, Veilchen; die meisten Arten haben zweierlei Blüthen; die im Frühjahr erscheinenden sind mit den bekannten grossen blauen Kronenblättern ausgestattet; im Sommer kommen noch unscheinbare Blüthen mit ganz kleinen Kronenblättern. *V. odorata*, Märzenveilchen, *V. canina* Hundsveilchen, *V. tricolor*, Ackerveilchen.

Fam 5. *Droseraceae*. Formel meist $K_5 C_5 A_5 G_3$; bisweilen 10 oder 15 Staubgefässe. Kräuter ohne Nebenblätter mit drüsigen haar-

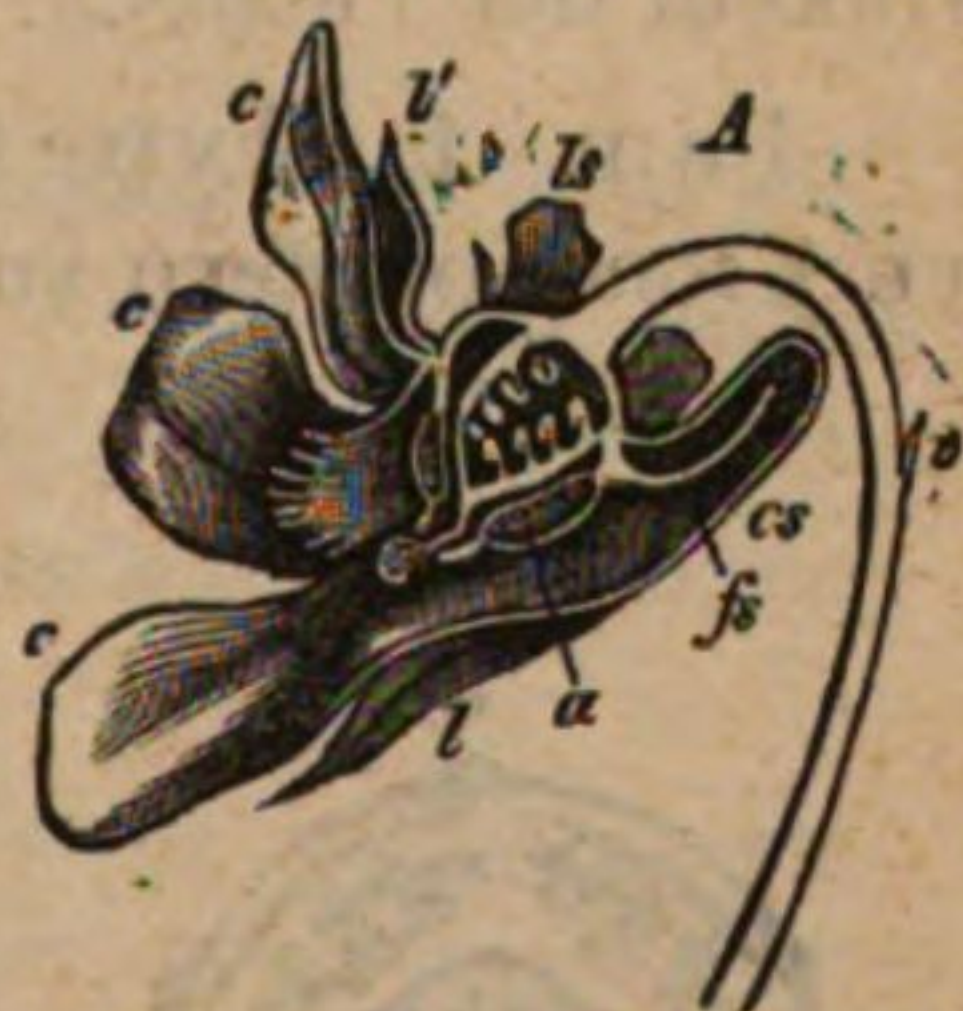


Fig. 157. Blüthe von *Viola tricolor* im Längsschnitt. *v* Vorblatt des Blütenstiels; *l* Kelchblätter, *ls* deren Anhängsel; *c* Kronenblätter, *cs* der Sporn des unteren Kronenblattes; *fs* spornförmiges Anhängsel der unteren Staubfäden; *a* Antheren (nach Sachs).

ähnlichen (aber von Fibrovasalsträngen durchzogenen) Anhängseln mehr oder minder reich bedeckt.

Drosera rotundifolia, *longifolia*, Sonnentau, häufig in Mooren. — *Aldrovanda vesiculosa* untergetauchte Wasserpflanze. — *Dionaea muscipula*, Fliegenfalle, in Nordamerika; die Blätter legen sich in Folge von Berührung nach oben zusammen und können so Fliegen gefangen halten.

Fam. 6. *Passifloreae*. Kelch und Krone aus je fünf oder mehr an der Basis verwachsenen Blättern bestehend, letztere mit fädigen Anhängseln ausgestattet. Androeceum und Gynaeceum auf einer gemeinschaftlichen Axenverlängerung emporgehoben; Staubfäden den Kronenblättern superponirt. Samenknospen anatrop; Same mit Endosperm. Meist rankende Pflanzen mit handförmig gelappten Blättern aus dem tropischen America.

Passiflora, Passionsblume, wird in zahlreichen Arten zur Zierde cultivirt.

Fam. 7. *Papayaceae*. Blüten diclinisch; Kronenblätter verwachsen oder frei. Staubfäden 10; Fruchtknoten ein- oder fünffächerig. Same mit Endosperm. Bäume im tropischen America.

Der Milchsaft von *Carica Papaya* ist giftig.

Ordnung. 16. *Guttiferae*.

Blüthenhülle meist in zwei fünfzähligen Kreisen; Kelch mit meist deckender, Krone oft mit gedrehter Knospenlage. Staubfäden verzweigt oder zahlreich. Fruchtknoten aus zwei, drei oder fünf Carpellen bestehend, ein- oder meistens mehrfächerig. Placenten an den Innenwinkeln der Fächer. Same meist ohne Endosperm.

Fam. 1. *Hypericineae*. Formel meist $K_5 C_5 \mid A_5^v G_3$. Staubfäden den Kronenblättern superponirt (Zeichen $\mid$), verzweigt (Zeichen v) öfters anstatt 5 nur drei Gruppen vorhanden. Samenknospen zahlreich, anatrop. Same ohne Endosperm. Kräuter mit decussirten ganzen Blättern, die von zahlreichen ölhaltigen Drüsen durchsichtig punctirt erscheinen, ohne Nebenblätter.



Fig. 158. Diagramm von *Hypericum*.

Hypericum perforatum, *hirsutum*, *humifusum* und andere Arten sind bei uns in Wäldern, Auen nicht selten.

Fam. 2. *Elatineae*. Wasserpflanzen mit quirligen oder decussirten ganzen Blättern, zwei- bis fünfgliedrigen Perigonkreisen und ebensoviel oder doppelt so vielen Staubfäden.

Fam. 3. *Clusiaceae*. Bäume oder Sträucher mit diclinischen, häufig viergliedrigen Blüten und zahlreichen, oft verwachsenen Staubfäden.

Hebradendron cambogioides in Ceylon liefert das Gummi Gutti.

Fam. 4. *Ternstroemiaceae*. Bäume oder Sträucher mit meist hermaphroditen Blüthen, fünf Kronenblättern, zahlreichen Staubfäden, zerstreut gestellten, ganzen, meist lederartigen Blättern, ohne Nebenblätter.

Camellia japonica eine beliebte Zierpflanze. — *Thea chinensis*; die getrockneten Blätter sind der bekannte Thee; die Sorten des schwarzen und grünen Thees unterscheiden sich nur durch die Behandlungsweise beim Trocknen der Blätter.

Fam. 5. *Dipterocarpeae*. Der Kelch vergrößert sich bei der Fruchtreife bedeutend. Samenknochen meist einzeln in den Fruchtknotenfächern. Bäume, meist mit Nebenblättern.

Dryobalanops Camphora in Sumatra und Borneo liefert den sogenannten Borneo-Campher.

Fam. 6. *Aurantieae*. Kelch verwachsen; Kronenblätter fünf, auf einer discusartigen Verbreiterung der Axe eingefügt. Staubfäden fünf verzweigt, Fruchtknoten fünf- bis mehrfächerig. $K_5 C_5 A_5^v G_5$. Frucht eine Beere. Samenknochen einzeln oder zahlreich in den Fächern. Same ohne Endosperm. Bäume und Sträucher ohne Nebenblätter, sehr reich an ölhaltigen Drüsen. Die Blätter sind zusammengesetzt, allein bei vielen ist nur ein terminales Blättchen vorhanden, das durch die Gliederung an der Basis sich als Theil eines zusammengesetzten Blattes erweist.



Fig. 159. Diagramm von Citrus.

Citrus Aurantium, Orangenbaum, *C. medica*, Citronenbaum, sind die bekanntesten und verbreitetsten, ursprünglich aus dem tropischen Asien stammenden Repräsentanten der Familie.

Fam. 7. *Meliaceae*. Kronenblätter 4—5, seltener drei oder sieben, Staubfäden in doppelter Anzahl; Fruchtknoten von einem Discus umgeben, mit zwei oder mehreren ein- oder mehrsamigen Fächern. Sträucher oder Bäume, mit zerstreut gestellten, meist drüsenlosen Blättern. Frucht eine Kapsel oder fleischig.

Von *Swietenia Mahagoni* in America stammt das Acajouholz; andere Repräsentanten liefern theils farbige, theils durch ihre Festigkeit sich auszeichnende Hölzer; das von *Cedrela*-Arten wird oft fälschlich Cedernholz genannt.

Fam. 8. *Erythroxyleae*. Kronenblätter fünf, mit Ligulargebilden versehen; die zehn Staubfäden an der Basis zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 2—3fächerig mit je einer hängenden Samenknospe. Same mit Endosperm.

Das Holz der meisten Arten enthält rothen Farbstoff. Die Blätter von *Erythroxylon Coca* werden von den Peruanern als Reizmittel gekaut und kommen in neuester Zeit auch bei uns in medicinischen Gebrauch.

Ordnung 17. Columniferae.

Kelch mit klappiger, Krone häufig mit gedrehter Knospenlage. Staubfäden verzweigt und meistens verwachsen. Carpelle fünf, durch frühzeitige Verzweigung oft einen vielfächerigen Fruchtknoten bildend.

Fam. 1. Tiliaceae. $K_5 C_5 A_5^v G_5$. Staubfäden verzweigt, die einzelnen Zweige des Filaments frei oder nur ganz an der Basis vereinigt. Antheren zweifächerig. Meist Bäume oder Sträucher mit Nebenblättern.



Fig. 160. Diagramm von *Tilia americana*.

Tilia grandifolia und *parvifolia*, gross- und kleinblättrige Linde; das Deckblatt der wenigblüthigen Inflorescenzachse verwächst eine Strecke weit mit dieser Achse. Die Blüten liefern Oel, die Stämme ausge dehnte Bastschichten.

Fam. 2. Sterculiaceae. Krone fehlt bisweilen. Staubfäden fünf, einfach, den Kronenblättern superponirt oder in zahlreiche Filamente verzweigt. Antheren zweifächerig.

Theobroma Cacao, ein aus America stammender Baum; die Samen, welche einen stickstoffhaltigen Körper, das Theobromin, und festes Fett enthalten, dienen zur Bereitung der Chocolate.

Fam. 3. Malvaceae. Kelch häufig von einem Aussenkelch umgeben. Staubfäden meist zu einer langen Röhre verwachsen, und ausserdem vielfach verzweigt und gespalten, so dass das Ende jedes Filaments nur eine Antherenhälfte, eine sog. einfächerige Anthere trägt. Fruchtknoten durch Verzweigung vielfächerig, mit meist je einer Samenknope in jedem Fach. Halbsträucher oder Kräuter mit Nebenblättern und meist handförmig verzweigten Blättern.

Malva silvestris, *rotundifolia* sind häufige Unkräuter. — *Althaea rosea* mit mehrere Fuss hohem, wenig verzweigtem Stengel, häufig cultivirt. *Althaea officinalis*, Eibisch; die Wurzel ist wegen ihres Gehaltes an Schleim officinell. Die Gattungen *Abutilon*, *Sida*, *Hibiscus* enthalten mehrere Zierpflanzen. — *Gossypium herbaceum* aus Aegypten, *arboreum* und *religiosum* aus Ostindien, *peruvianum* und *hirsutum* aus America liefern die Baumwolle, welche aus den langen Haaren der Samenschale besteht.

Ordnung 18. Gruinales.

Gewöhnlich ein interponirter Staubfadenkreis (in der Formel ausgedrückt durch die Zahl, welche über die des normalen gesetzt wird). Fruchtblätter meist fünf, eine fünffächerige Frucht bildend, bisweilen durch falsche Scheidewände zehnfächerig. Allgemeine Formel $K_5 C_5 A_5^{(5)} G_5$.

Fam. 4. Geraniaceae. $K_5 C_5 A_5^5 G_5$. In jedem Fach zwei Samenknochen; der Fruchtknoten geht oben in einen langen Schnabel aus; die Frucht öffnet sich von unten her septifrag, wobei die Klappen sich spiralig nach oben einrollen. Same ohne Endosperm. Kräuter mit Nebenblättern.

Geranium pratense, *silvaticum*, *sanguineum* sind häufig in Wäldern, molle, *columbinum* auf Wiesen, Aeckern, *G. robertianum* an Wegen überall; Blätter meist handförmig getheilt. — *Erodium cicutarium*, die fünf interponirten Staubfäden sind in Staminodien umgewandelt; auf Aeckern. — Von *Pelargonium* werden viele Arten als Zierpflanzen cultivirt.

Fam. 2. *Balsamineae*. $K_5C_5A_5^0G_5$. Blüten zygomorph. Die Frucht springt loculicid auf unter spiraliger Aufrollung der Klappen, so dass dadurch die Samen hinweggeschleudert werden. Kräuter ohne Nebenblätter mit meist zarten Stengeln.

Impatiens Noli tangere in Gebirgswäldern; die reife Frucht springt bei der geringsten Berührung mit Gewalt auf. I. *Balsamina*, verbreitete Zierpflanze.

Fam. 3. *Tropaeoleae*. $K_5C_5A_5^3G_3$. Blüten zygomorph. Das hintere Kelchblatt ist in einen Sporn verlängert; von den interponirten Staubfäden abortiren zwei. Je eine Samenknope in jedem der drei Fruchtknotenächer. Kräuter ohne Nebenblätter.

Tropaeolum maius und *minus*, Kapucinerkresse, mit schildförmigen Blättern, verbreitete Zierpflanzen.

Fam. 4. *Lineae*. $K_5C_5A_5^{[5]}G_5$, seltener alle Kreise viergliedrig; die fünf interponirten Staubfäden sind Staminodien. Kapsel septicid mit mehreren Samenknospen in jedem Fach. Kräuter oder Sträucher mit oder ohne Nebenblätter.

Linum usitatissimum, Flachs, Lein. Die starken Bastfasern werden bekanntlich zu Gespinnsten verarbeitet. Die Samen enthalten Oel; die äussersten Zellwände der Samenschale sind verschleimt.

Fam. 5. *Oxalideae*. $K_5C_5A_5^5G_5$. Samenknospen in einer Längsreihe im centralen Winkel der Fruchtknotenächer. Frucht eine Kapsel oder seltener Beere. Same endospermreich. Kräuter oder (selten) Sträucher ohne Nebenblätter.

Oxalis Acetosella, Sauerklee, bei uns in Wäldern, enthält sehr viel saures oxalsaures Kali. Die verdickten Wurzeln oder unterirdischen Stengel einiger americanischer Arten (*O. esculenta*, *crenata*, *Deppei*) enthalten viel Schleim und werden gegessen.

Fam. 6. *Zygophylleae*. $K_5C_5A_5^5G_5$. Hier und da abortiren zwei der interponirten Staubfäden; bisweilen nur drei Carpelle. Samenknospen zwei oder mehrere in zwei Reihen in jedem Fach. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit opponirten Blättern und Nebenblättern.

Der wichtigste Repräsentant ist *Guajacum officinale*, ein Baum in Westindien, dessen sehr festes schweres Holz einerseits als solches verarbeitet wird, andererseits ein Harz enthält, das in der Medicin Anwendung findet.

Ordnung 49. *Terebinthinae*.

Blüten häufig diclinisch, mit wechselnder Zahl; nicht immer ein interponirter Staubfadenkreis. Fruchtknoten bisweilen mehrere einzelne; öfters alle Carpelle bis auf eines abortirt.

Fam. 1. *Terebinthaceae*. Blüten häufig diclinisch; Zahl der Blüthentheile drei bis fünf; Fruchtknoten meist monomer einfächerig durch Abortus der anderen Carpelle, einsamig (Fig. 161). Holzgewächse ohne Nebenblätter. Same ohne Endosperm.



Fig. 161. Diagramm der Blüte von *Rhus*.

Pistacia Lentiscus in Südeuropa liefert ein Harz, Mastix genannt, und schmackhafte Früchte. — *Rhus Coriaria*, Sumach, in Südeuropa, findet in der Gerberei Anwendung. — *Rhus Cotinus*, Perückenstrauch, Zierpflanze; die perückenähnliche Bildung ist ein reichverzweigter Blütenstand mit abortirten Blüten. — *Rhus Toxicodendron* in Nordamerika mit sehr giftigen Eigenschaften. — Das Gewebe ist meistens von Harzgängen durchzogen; viele Harze, z. B. Elemi, Myrrhe, entstammen Repräsentanten dieser Familie.

Fam. 2. *Rutaceae*. Blüten 3-, 4-, 5zählig; meist ein interponirter Staubfadenkreis. Fruchtknoten drei- bis fünffächerig mit zwei, vier oder vielen Samenknochen in jedem Fache. Frucht eine Kapsel oder Steinfrucht. Same mit oder ohne Endosperm. Keine Nebenblätter. Blätter häufig durch Oeldrüsen durchsichtig punctirt.



Fig. 162. Diagramm der Blüte von *Dictamnus*.

Ruta graveolens, Raute, und *Dictamnus Fraxinella* sind officinell, beide von sehr starkem Geruch. *Barosma crenata* und andere Arten in Südafrika liefern die Buccoblätter.

Fam. 3. *Simarubaeae*. Blüten diclinisch, 3—5 zählig, bisweilen ohne Kronenblätter; zwei bis drei freie oder theilweise freie Fruchtknoten mit je einer Samenknoche; Frucht eine Kapsel oder Steinfrucht. Blätter ohne durchsichtige Drüsen.

Quassia amara im tropischen America; das Holz ist wegen seines Bitterstoffs officinell. — *Ailanthus glandulosa* häufig cultivirt, erinnert im Aussehen etwas an den Wallnussbaum.

Ordnung 20. *Aesculinae*.

Staubfäden meist acht, theils durch Verdoppelung, theils durch theilweises Fehlschlagen des interponirten Kreises. Fruchtknoten häufig von einem Discus umgeben. Carpelle meist zwei oder drei, Fruchtknoten zwei- bis dreifächerig mit je 1—2 Samenknochen. Same ohne Endosperm. Bäume, Sträucher oder Halbsträucher.

Fam. 4. *Acerineae*. $K_5 C_5 A_{2+3}^0 G_2$, nur selten viergliedrige Kreise, Fruchtknoten zweifächerig mit je zwei hängenden Samenknochen. Die Frucht zerfällt bei der Reife in zwei Theilfrüchte, deren jede an der der Berührungsfläche entgegengesetzten Seite mit einem umfangreichen flügelartigen Anhängsel versehen ist. Blätter gegenständig ohne Nebenblätter.

Acer platanoides, Spitzahorn, *A. Pseudoplatanus*, Traubenahorn, *A. campestre*, Massholder, sind bei uns einheimisch; ausserdem werden noch mehrere, besonders nordamerikanische Arten cultivirt. Der Saft ist reich an Zucker, der von einigen Arten im Grossen gewonnen wird.

Fam. 2. Hippocastaneae $A_5^{1+1} K_5 C_5 G_3$.
Je zwei Samenknospen in den drei Fächern des Fruchtknotens. Blüthe zygomorph, rachenförmige Krone. Blätter gegenständig, meist handförmig, ohne Nebenblätter.

Aesculus Hippocastanum, die Rosskastanie, allgemein cultivirt, aus Asien stammend. Die Fruchtschale bleibt bis zum Aufspringen ziemlich weich; Samenschale glänzend braun; die beiden Cotyledonen machen die Hauptmasse des Samens aus und enthalten viel Stärke.



Fig. 163. Diagramm der Blüte von *Aesculus*.

Fam. 3. Sapindaceae. $K_5 C_5 A_5^3 G_3$. Zygomorphe Blüten. Blätter zerstreut gestellt, meist fiederförmig zusammengesetzt, mit oder ohne Nebenblätter.

Sapindus Saponaria auf den Antillen; das schleimige Fruchtfleisch schäumt mit Wasser wie Seife. — *Paulinia sorbilis* in Brasilien; die Samen dienen zur Bereitung der Guarana, welche gegen das Fieber gebraucht wird.

Fam. 4. Polygaleae. $K_5 C_5 A_8 G_2$. Blüten zygomorph; die zwei seitlichen Kelchblätter grösser, die sog. Flügel (Fig. 164 *k'*). Kronblätter unter sich und mit den Staubfäden zu einer hinten offenen Röhre verwachsen; das vordere Kronblatt grösser rinnenförmig. Fruchtblätter zwei mediane, einen zweifächrigen Fruchtknoten bildend, mit je einer hängenden Samenknospe. Frucht meist eine Kapsel.

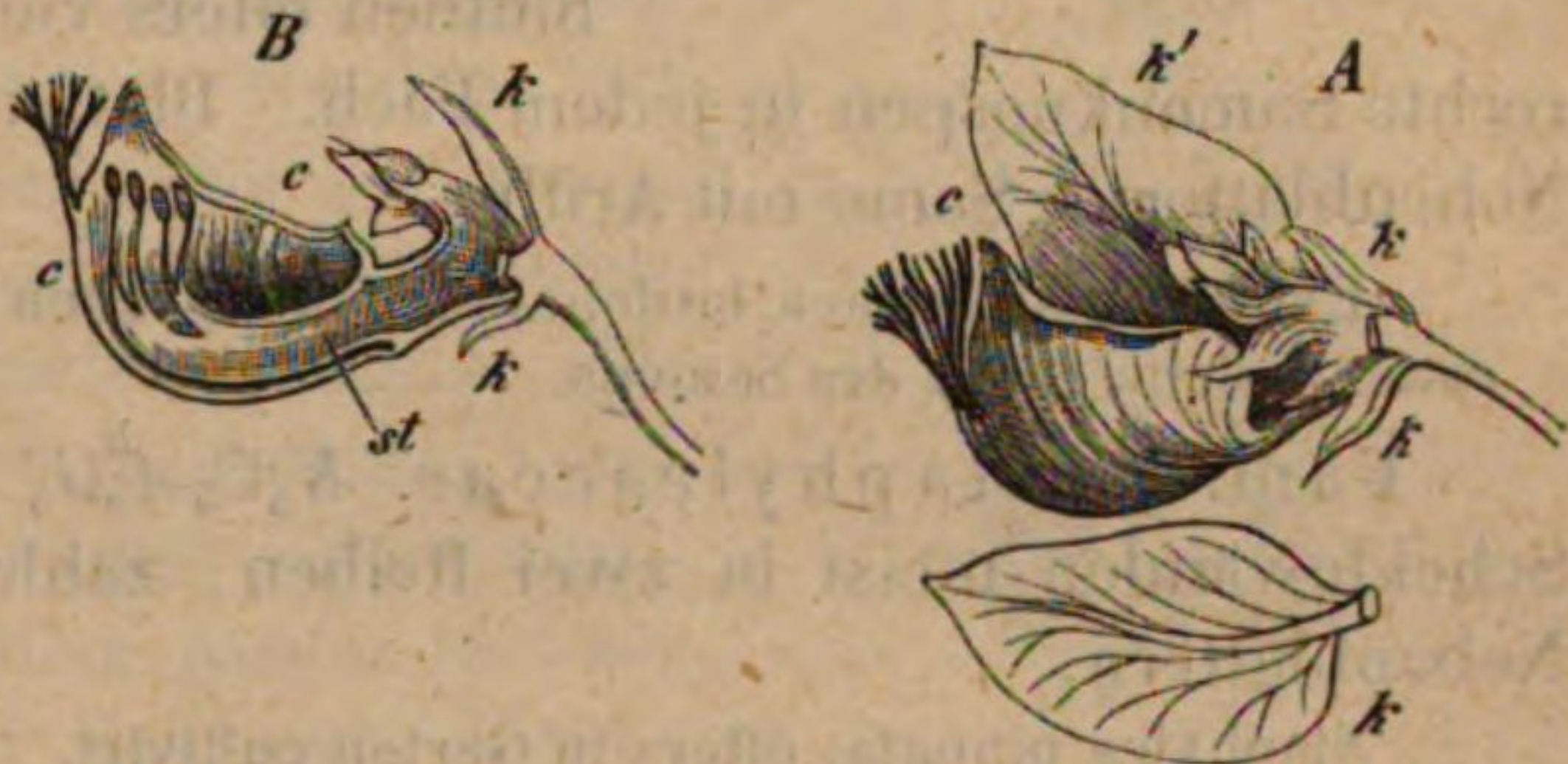


Fig. 164. Blüte von *Polygala grandiflora*. A von aussen nach Wegnahme des zugewendeten grossen Kelchblattes; B im Längsschnitt. *k* Kelch, *k'* Flügel; *c* Krone, *st* Staubfadenröhre (nach Sachs).

Polygala vulgaris, *comosa*, *amara* sind kleine, an der Basis holzige Kräuter, die bei uns auf Wiesen, in Wäldern nicht selten sind. — Von *P. Senega* in Virginien ist die Wurzel officinell. — *Krameria triandra* liefert die officinelle Ratanhiawurzel.

Ordnung 21. Frangulinae.

Nur ein Staubfadenkreis, der mit der Krone bald alternirt, bald superponirt ist; vielleicht ist es bald der typische, bald der interponirte, welcher allein entwickelt ist; dann wäre die Formel $K_5 C_5 A_{(5)}^{(5)} G_{5-m}$. Perigon

und Androeceum auf einem Discus d. h. einer sich bisweilen drüsig erhebenden Axenverbreiterung inserirt, welche zuweilen noch den Fruchtknoten ganz oder theilweise umgibt. Fruchtknoten zwei- bis fünffächrig mit einer oder wenigen Samenknospen in jedem Fach. Same fast immer mit Endosperm. Holzpflanzen.

Fam. 4. Rhamnaceae. $K_5 C_5 A_0^5 G_{5-m}$, selten viergliedrige Kreise; selten fehlt die Krone. Meist je eine aufrechte Samenknospe in jedem Fach des Fruchtknotens. Blätter meist zerstreut gestellt, ganz, mit je zwei Nebenblättern.

Von Rhamnus cathartica sind die Beeren officinell, die von Rh. infectoria und anderen enthalten einen grünen oder gelben Farbstoff; das Holz von Rh. Frangula gibt eine sehr leichte Kohle und wird zur Schiesspulverfabrication benutzt. Die Beeren von Zizyphus vulgaris enthalten Bitterstoff.



Fig. 165. Diagramm der Blüthe von Vitis.

Fam. 2. Ampelideae. $K_5 C_5 A_0^5 G_{5-m}$. Samenknospe gerade, je eine oder zwei. Blätter handförmig gelappt oder getheilt. Rankende Pflanzen ohne Nebenblätter.

Vitis vinifera, der Weinstock. Die Ranken entspringen nicht aus Blattachsen, sind aber Seitenzweige. — Ampelopsis hederacea, wilde Rebe, häufig cultivirt.

Fam. 3. Celastrineae. $K_5 C_5 A_5^0 G_{5-m}$. Blüthen öfters viergliedrig. Meist je zwei aufrechte Samenknospen in jedem Fach. Blätter zerstreut gestellt, ganz, mit Nebenblättern. Same mit Arillus.

Evonymus europaea, latifolia, Pfaffenkäppchen; der Arillus erscheint als orange-rothe weiche Hülle des Samens.

Fam. 4. Staphyleaceae. $K_5 C_5 A_5^0 G_{5-m}$. Samenknospen an den Scheidewänden meist in zwei Reihen, zahlreich. Blätter gefiedert mit Nebenblättern.

Staphylea pinnata, öfters in Gärten cultivirt.

Fam. 5. Ilicineae. $K_5 C_5 A_5^0 G_{5-m}$. Samenknospe hängend im centralen Winkel der Fruchtknotenächer, Kronenblätter öfters an der Basis röhrig verwachsen. Blätter zerstreut, ohne Nebenblätter.

Ilex Aquifolium, Stechpalme, in Gebirgswäldern; I. paraguayensis in Südamerika; die Blätter kommen als Paraguaythee in den Handel.

Fam. 6. Empetreae. (Von zweifelhafter Verwandtschaft). Meist dioecisch. Fruchtknotenächer mit je einer Samenknospe. Blätter zerstreut, ohne Nebenblätter, ganz.

Empetrum nigrum, ein kleiner Strauch vom Aussehen der Haidekräuter, in Nordeuropa.

Fam. 7. Pittosporeae. $K_5 C_5 A_5^0 G_{5-m}$. Samenknospen zahlreich an den Scheidewänden. Blätter einfach ohne Nebenblätter.

Pittosporum crassifolium und andere werden in Gärten cultivirt.

Fam. 8. Tamariscineae. $K_5 C_5 A_5^{(5)} G_3$. Samenknospen an der

Basis oder wandständig. Fruchtknoten einfächerig. Same ohne Endosperm, mit haarigem Schopf.

Myricaria germanica, Tamariske, an Flussufern; die Blüten in Aehren, Blätter sehr klein, dicht gedrängt, ähnlich *Tamarix* in mehreren Arten in Südeuropa.

3. *Discophorae*.

Ordnung 22. Umbelliflorae.

Blüten epigyn, in Dolden. $K_n C_n A_n G_{n-m}$. Fruchtknoten zwei- (oder mehr-) fächerig mit je einer hängenden anatropen Samenknope. Der Discus ist eine drüsige Ausbreitung auf dem Fruchtknoten. Same mit reichlichem Endosperm. Keine Nebenblätter.

Fam. 1. *Cornaceae*. $K_4 C_4 A_4 G_2$. Blätter meist opponirt, ganz. Frucht meist eine Beere.

Cornus mas, *alba* sind Sträucher mit eiförmigen Blättern, die sowohl wild vorkommen, als cultivirt werden.

Fam. 2. *Umbelliferae*, Doldengewächse. $K_5 C_5 A_5 G_2$. Blüten in meistens zusammengesetzten Dolden. Die Frucht zerfällt in zwei Theilfrüchte (s. Fig. 166), welche durch ein mehr oder weniger tief getheiltes oder auch ungetheiltes Carpophorum (Fig. 166 B a) bis zum Abfallen zusammengehalten werden. Die Frucht ist bald zusammengedrückt, meist eiförmig, länglich, auch kugelig und trägt im Allgemeinen hohe Längsriefen (costae); in deren Zwischenräumen, den valliculae, verlaufen häufig Oelgänge (vittae) oder auch wiederum andere Nebenriefen (costae secundariae). Bisweilen ist der Kelch sehr klein, kaum sichtbar; bei vielen sind die nach aussen liegenden Kronenblätter der am Rande der Dolden stehenden Blüten grösser, als die übrigen; die Dolde heisst dann strahlend (s. Fig. 124). Blätter mit entwickelter Scheide, gewöhnlich reich verzweigt.



Fig. 166. Frucht von *Carum Carvi*. A Fruchtknoten der Blüthe (f); B reife Frucht; die beiden Fächer werden zu zwei Mericarpien (m); ein Theil der Scheidewand bildet das Carpophorum (a).

Anthriscus silvestris, *Aegopodium Podagraria*, *Heracleum Sphondylium* gehören zu den gemeinsten Pflanzen, in Wäldern, Wiesen. — Eine grosse Zahl von Repräsentanten erfährt Anwendung als Gewürz oder Heilmittel, wegen des in den Früchten enthaltenen Oeles, so besonders *Carum Carvi* Kümmel, *Pimpinella Anisum* Anis, *Foeniculum officinale* Fenchel, *Anethum graveolens* Dill, *Cuminum Cyminum*, *Coriandrum sativum* Koriander. — Von anderen sind die Wurzeln theils in officinellem Gebrauch, theils Nahrungsmittel, so von *Daucus Carota* gelbe Rübe, *Apium graveolens* Seleri, *Petroselinum sativum* Petersilie, *Angelica Archangelica*, *Imperatoria Ostruthium* Meisterwurz, *Peucedanum officinale*, *Pastinaca oleracea* Pastinak. — Das Kraut von *Anthriscus Cerefolium* wird als Gemüse

gegessen. — *Conium maculatum*, Schierling, *Cicuta virosa*, Wasserschierling, *Aethusa Cynapium* Hundspetersilie sind Giftpflanzen. — Verschiedene Gummiharze, wie *Asa foetida*, Gummi-Ammoniak, Galbanum stammen von Umbelliferen, die im Orient, besonders Persien vorkommen, die aber zum Theil noch nicht genauer bekannt sind.

Fam. 3. *Araliaceae*. $K_5 C_5 A_5 G_5 \pm m$. Fruchtknoten 2—15fächerig mit je einer hängenden Samenknospe; Frucht eine Beere. Sträucher, bisweilen kletternd, mit handförmigen, zerstreut gestellten Blättern.

Hedera Helix, Epheu. *Fatsia papyrifera* in Japan, *Paratropia* in Ostindien, *Panax* und die meisten in Südamerika. — *Adoxa Moschatellina*, ein kleines Pflänzchen, das hie und da in unsern Wäldern vorkommt, hat theils vier-, theils fünfgliederige Blüthen und zwei Staubfadenkreise.

Ordnung 23. Saxifraginae.

Blüthen perigyn oder epigyn, mit meist fünfgliedrigen Kreisen. Fruchtknoten polymer meist zweifächerig mit zahlreichen Samenknospen an der Scheidewand, oder Blüthe polycarpisch mit mehreren einzelnen Fruchtknoten.



Fig. 167. Diagramm von *Parnassia*.

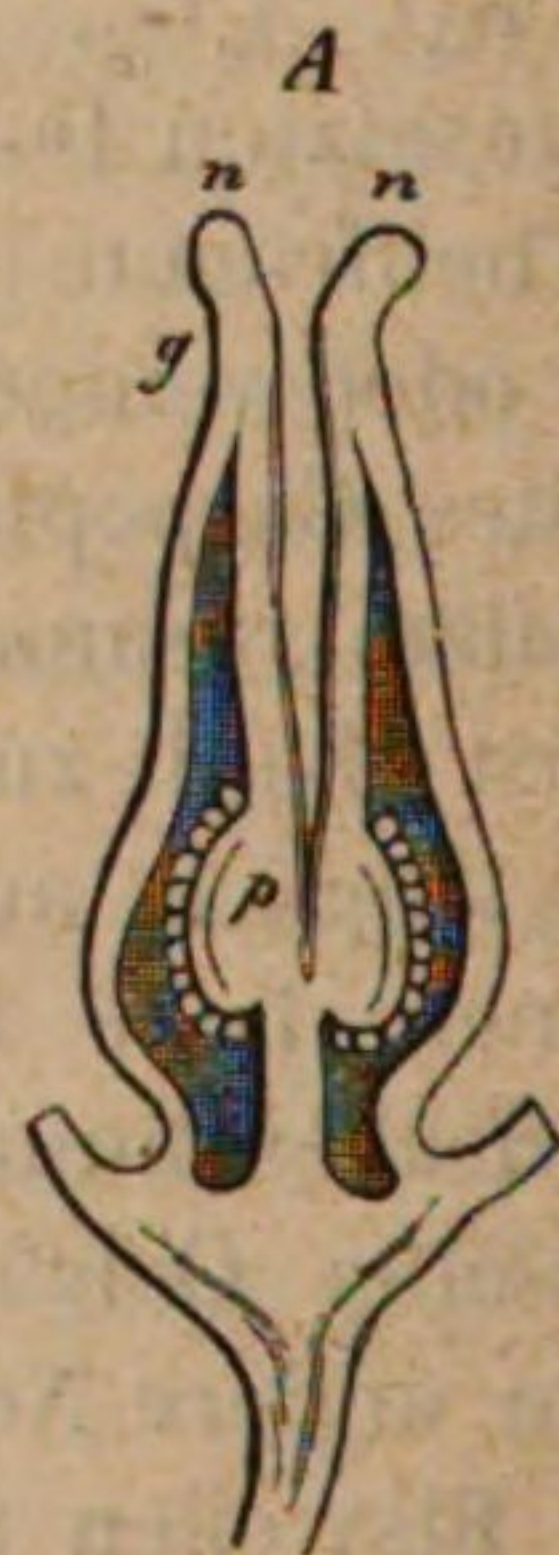


Fig. 168. Fruchtknoten von *Bergenia* im Längsschnitt, *p* Placenta, *g* Griffel, *n* Narbe (nach Sachs).

Fam. 4. *Saxifragaceae*. Blüthen perigyn oder epigyn mit meist zweifächerigem Fruchtknoten, welcher sich oben häufig in zwei einzelne Fruchtknoten trennt (Fig 168). $K_5 C_5 A_5^{(5)} G_{5-m}$. Krone und Staubfäden auf einem Discus eingefügt, der die Kelchröhre auskleidet. Meist cymöse Inflorescenzen. Same mit Endosperm. Frucht eine Kapsel.

Saxifraga, Steinbrech, bewohnt in zahlreichen Arten vorzugsweise die Alpen und höheren Gebirge. Nur wenige wie *S. granulata*, *tridactylites* finden sich in der Ebene. — *Parnassia palustris* mit einblüthigem Schaft, sehr häufig in Sümpfen, aber auch an andern Standorten. — *Hydrangea hortensis*, Hortensie, Zierpflanze.

Fam. 2. *Grossularieae*. Blüthen epigyn. $K_5 C_5 A_5 G_2$. Fruchtknoten einfächerig, mit wandständigen Samenknospen, vom Discus bedeckt. Frucht eine Beere; Same mit Endosperm; Blüthen häufig in Trauben. Sträucher mit zerstreut gestellten Blättern.

Ribes Grossularia Stachelbeere, *R. rubrum* Johannisbeere, *R. nigrum* mit schwarzen riechenden Früchten.

Fam. 3. *Crassulaceae*. Blüten perigyn, polycarpisch. $K_n C_n A_n^{(n)} g_n$ wobei n meist = 5, aber auch 3 bis 20. Fruchtknoten an der Basis von einer gleichen Anzahl drüsiger Schuppen umgeben. Samenknospen zahlreich an der Bauchnath.

Same ohne Endosperm. Frucht eine Balgfrucht. Meist cymöse Inflorescenzen. Stengel und Blätter dick, fleischig.

Sedum acre und andere Arten häufig an Mauern, Felsen; *Sempervivum tectorum*, Hauswurz, Blätter in Rosetten.

4. *Perigynae*.

a. *Acyclicae*.

Ordnung 24. *Opuntiae*.

Blüten epigyn mit sehr zahlreichen Kronenblättern und Staubfäden, oft auch Kelchblättern, meist in spiraliger Anordnung. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig. Die Placenten an der Wandung.

Fam. 4. *Cacteeae*. Blüten spiralig gebaut mit zahlreichen Kelch-, Kronenblättern und Staubfäden. Fruchtknoten einfächerig mit drei oder mehr an der Wand hinablaufenden Placenten, horizontalen Samenknospen. Endosperm sehr wenig oder keines. Stämme von der verschiedensten Form, Blätter meist nur durch Stachelbüschel angedeutet.

Mamillaria mit kugeligem oder cylindrischem Stamm, an dem in spiraliger Anordnung stacheltragende Höcker die Blätter andeuten. — *Echinopsis* und *Echinocactus* mit vorspringenden Längskanten, auf denen die Stachelbüschel stehen. — *Cereus* mit kantigem, säulen- oder peitschenförmigem Stamm. — *Phyllocactus* und *Rhipsalis* mit flachgedrücktem blattähnlichem Stamm. — *Opuntia* und *Nopalea* mit plattem Stamm, der aus einzelnen eiförmigen Trieben sich aufbaut. Auf *Nopalea cochinellifera* lebt die Cochenille-Schildlaus.

Fam. 2. *Mesembryanthemaeae*. Kelch vier- oder fünfblättrig. Kronenblätter und Staubfäden zahlreich. Fruchtknoten mehrfächerig, die Placenten laufen an der Wand hinab. Same mit Endosperm. Blätter fleischig.

Zahlreiche, in Südafrika einheimische Arten der Gattung *Mesembryanthemum* werden bei uns cultivirt.

Hier schliesst sich am geeignetsten die Familie der *Begoniaceen* an, deren Verwandtschaftsverhältnisse sehr zweifelhaft sind. Blüten diclinisch; die männlichen mit zwei alternirenden zweigliedrigen gefärbten Perigonkreisen und sehr zahlreichen Staubfäden; die weiblichen epigyn mit verschiedenen Zahlenverhältnissen des Perigons, dreifächerigem Fruchtknoten und zahlreichen im inneren Winkel der Fächer entspringenden anatropen Samenknospen. Endosperm wenig oder keines; Frucht eine Kapsel. Blätter oft sehr gross, meist asymmetrisch.

Zahlreiche Arten von *Begonia* von verschiedenartigem Wuchs aus den Tropenregionen werden als Zierpflanzen cultivirt.

b. Calicosae.

Ordnung 25. Thymelaeinae.

Perigon einfach, meist vierlappig, calicinisch oder corollinisch; dessen unterer röhrig verwachsener Theil umgibt das Gynaeceum; die Staubfäden sind in dieser Röhre oder an deren oberem Ende inserirt, in einem oder zwei Kreisen. Fruchtknoten meist monomer, einfächerig. $P_n A_{n+n} G_1$, worin n meist = 4.

Fam. 4. Thymelaeaceae. $P_n A_{n(+n)} G_1$; $n = 4$ oder 5. Blüten hermaphrodit oder polygam. Perigon meist corollinisch. Ein mit dessen Zipfeln alternirender oder zwei Staubfadenkreise, bald der Röhre, bald deren oberem Ende inserirt. Oft noch 4—8 Schuppen an der Basis des Fruchtknotens. Samenknope meist einzeln, hängend, anatrop. Endosperm wenig oder keines.

Daphne Mezereum, Seidelbast, bei uns in Wäldern häufig; die Früchte und die Rinde sind giftig.

Fam. 2. Elaeagneae. $P_n A_{n(+n)} G_1$; $n = 2$ oder 4. Blüten hermaphrodit, dioecisch oder polygam. Ein Discus verschliesst häufig den

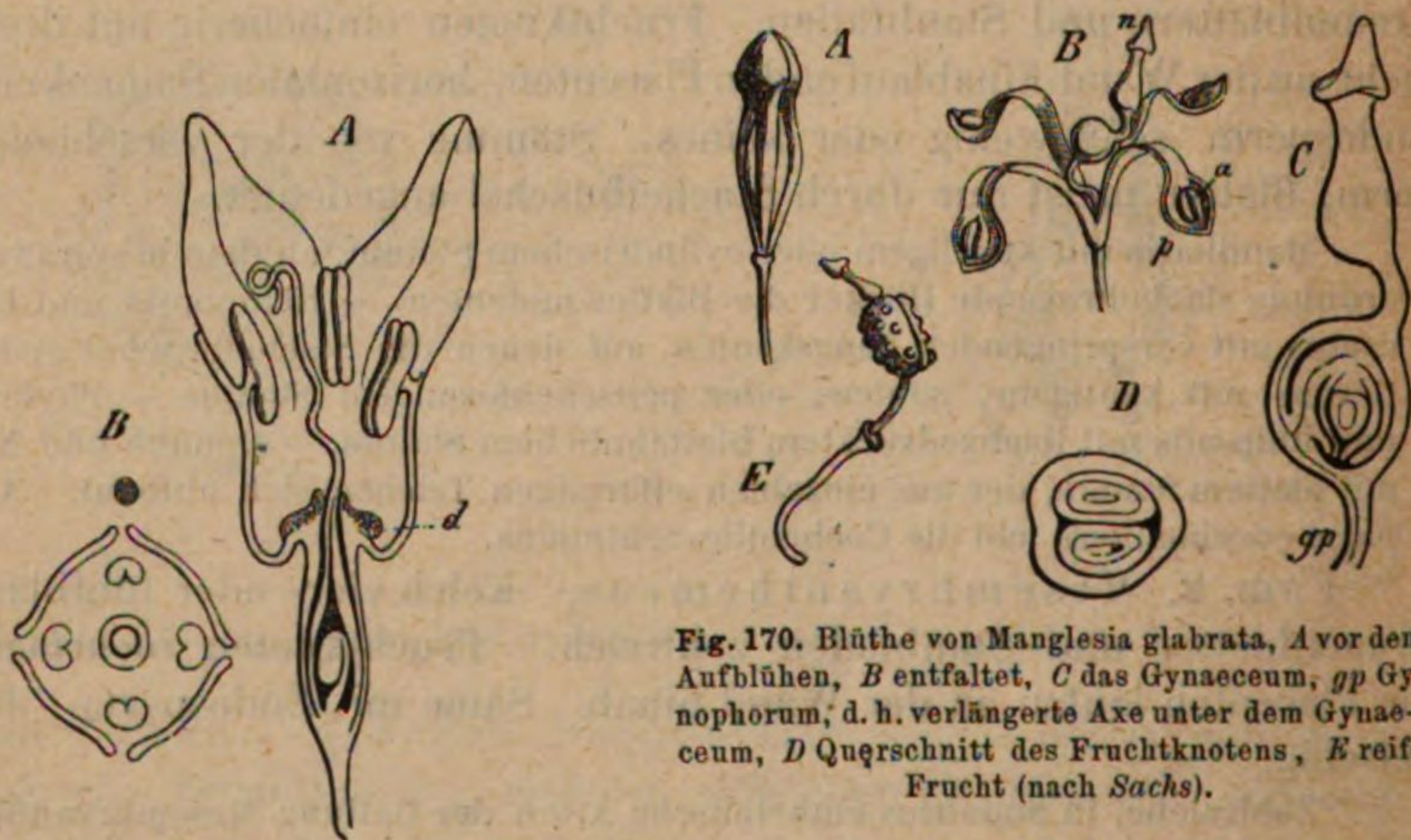


Fig. 170. Blüthe von *Manglesia glabrata*, A vor dem Aufblühen, B entfaltet, C das Gynaeceum, gp Gynophorum; d. h. verlängerte Axe unter dem Gynaeceum, D Querschnitt des Fruchtknotens, E reife Frucht (nach Sachs).

Fig. 169. Zwitterblüthe von *Eleagnus fusca*; A im Längsschnitt, d Discus. B Diagramm (nach Sachs).

engeren unteren Theil der Röhre, und lässt nur den Griffel durchtreten (Fig. 169 d). Samenknope anatrop, grundständig. Endosperm wenig oder keines. Blätter meist mit schuppenförmigen Haargebilden bedeckt.

Hippophae rhamnoides, Sanddorn, an Flussufern stellenweise häufig. Blüten zweigliederig, dioecisch. — *Elaeagnus hortensis*, *angustifolia*, mit viergliederigen polygamen Blüten, häufig cultivirt.

Fam. 3. Proteaceae. $P_4 A_{0+4} G_1$. Blüten hermaphrodit. Die Röhre des Perigons zerspaltet meist beim Aufblühen in vier Theile (Fig. 170), die äusserst kurzen Staubfäden sind an der Basis der Perigonzipfel

inserirt. Perigon meist corollinisch. Samenknospen einzeln oder mehrere, anatrop grundständig oder orthotrop hängend. Endosperm keines.

Protea grandiflora, *Stenocarpus*, *Grevillea*, *Manglesia* und andere Gattungen in Südafrika und Australien.

c. Corolliflorae.

Ordnung 26. Myrtiflorae.

Blüthen epigyn oder perigyn; Fruchtknoten gewöhnlich mehrfächerig mit zahlreichen anatropen Samenknospen, die in den centralen Winkeln der Fächer, meist horizontal, entspringen. Blütenformel im Allgemeinen $K_n C_n A_n^n G_n$, wobei n meist $=5$, bisweilen $=4$, seltener $=6$ oder 2 . Blüthen zuweilen zygomorph. Staubfäden bei den Myrtaceen verzweigt. Blattstellung sehr häufig decussirt.

Fam. 1. Onagrariaceae. Formel meist $K_4 C_4 A_4^4 G_4$, Blüthen epigyn, Fruchtknoten mehrfächerig mit zahlreichen Samenknospen. Same ohne Endosperm. Kelch öfters corollinisch.

Oenothera biennis an Flussufern. — *Epilobium* in zahlreichen Arten, *E. angustifolium*, *hirsutum*, *montanum* in Auen, Gebüsch, Gräben. — *Circaea lutetiana*, Blüthen von der Formel $K_2 C_2 A_2 G_2$ in feuchten Wäldern. — *Isnardia palustris* ohne Kronenblätter, selten, in Sümpfen. — *Fuchsia* in zahlreichen Arten als Zierpflanze cultivirt.

Fam. 2. Halorrhagideae. $K_4 C_{(4)} A_4^{(4)} G_4$ Blüthen epigyn, häufig dioecisch; Fruchtknoten meist vierfächerig mit je einer hängenden Samenknospe. Same mit Endosperm. Meist Wasserpflanzen.

Myriophyllum verticillatum und *spicatum*, Wasserpflanzen mit sehr fein zerschlitzten Blättern; die kleinen Blüthen in Aehren, welche über das Wasser emporragen.

Fam. 3. Trapeae. $K_4 C_4 A_4 G_2$. Fruchtknoten halbunterständig, zweifächerig mit je einer hängenden Samenknospe. Frucht eine Nuss, die durch die vier steifen trockenen Kelchzipfel gehörnt ist. Same ohne Endosperm.

Trapa natans, Wassernuss, eine ziemlich seltene Wasserpflanze mit schwimmenden Rosetten von gestielten rhombischen Blättern.

Fam. 4. Lythrarieae. Blüthen perigyn, mit wechselnden Zahlenverhältnissen.

$K_n C_{(n)} A_{n(+n(+n))} G_{n-m}$. Kelch röhrig, häufig mit einem aus schmäleren Zähnen bestehenden Aussenkelch. Fruchtknoten mehr oder weniger vollständig mehrfächerig mit zahlreichen Samenknospen. Same ohne Endosperm.

Lythrum Salicaria, Weiderich, in Sümpfen $K_6 C_6 A_{6+6} G_2$. — Arten von *Cuphea* werden als Zierpflanzen cultivirt.

Fam. 5. Melastomaceae. Blüthen perigyn, meist $K_n C_n A_{n+n} G_n$; $n=4$ oder 5 oder 3 . Fruchtknoten ein- bis zwanzigfächerig, mit zahlreichen Samenknospen. Same ohne Endosperm. Krone mit gedrehter Knospenlage, Staubfäden meist mit Anhängseln.

Arten von *Rhexia*, *Centradenia*, *Melastoma* aus dem tropischen America, werden als Zierpflanzen cultivirt.

Fam. 6. *Myrtaceae*. Blüten perigyn oder epigyn. Staubfäden meist sehr zahlreich in Folge von Verzweigung (Fig. 171) ohne Anhängsel; Bündel alterniren mit den Kronenblättern oder sind ihnen superponirt. Krone mit deckender Knospenlage. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig mit einer oder mehreren Samenknospen. Samen ohne Endosperm. — Meist Bäume oder Sträucher; die Blätter häufig von Drüsen durchsichtig punctirt.



Fig. 171. Längsschnitt der Blüthe von *Calothamnus*. *f* Fruchtknoten, *s* Kelch, *p* Krone, *st* verzweigte Staubfäden. *g* Griffel (nach *Sachs*).

Myrtus communis, Myrte, in Südeuropa. — *Caryophyllus aromaticus*, Gewürznelke auf den Molukken, die Blütenknospen dienen als Gewürz; ebenso die Früchte von *Eugenia pimenta* auf den Antillen. — Von *Melaleuca Cajaputi* auf den Molukken stammt das Cajaputöl. — Die Arten von *Eucalyptus* sind Bäume in Australien, deren Holz sehr geschätzt wird. — *Bertholletia excelsa* in America; der Same kommt als Paranuss in den Handel. — *Punica Granatum*, Granatapfel in Südeuropa; die Frucht ist mit dem Kelch verwachsen, fleischig und trägt die Samen in zwei getrennten übereinander stehenden Kammern, deren jede mehrfächerig ist.

Fam. 7. *Philadelphaeae*. Blüten vier- oder fünfgliedrig, Staubfäden in einem oder zwei Kreisen, zuweilen verzweigt. Same mit Endosperm.

Philadelphus coronarius mit sehr wohlriechenden Blüten, *Deutzia scabra*, *crenata* und andere Arten sind Zierpflanzen.

Ordnung 27. Rosiflorae.

Blüten perigyn. Staubfäden in zahlreichen fünf- oder mehrgliedrigen Quirlen und zwar meist so, dass die des äussersten Quirls mit den Kronenblättern alterniren. Die monomeren Fruchtknoten (einer oder mehrere) stehen bald auf dem Grund der vom perigynen Ringwall (dem Receptaculum) gebildeten Höhlung bald auf einer besonderen, aus deren Grunde emporgewachsenen Erhebung der Axe. Samenknospen anatrop, hängend oder aufrecht. Same ohne Endosperm. Blätter selten decussirt, meist zerstreut angeordnet.

Fam. 4. *Spiraeaceae*. Fünf monomere Fruchtknoten mit je zwei oder mehr hängenden Samenknospen stehen am Grunde der Höhlung, werden zu Balgfrüchten; der Kelch bleibt bis zur Fruchtreife erhalten.

Spiraea Ulmaria, *Filipendula*, *Aruncus* kommen bei uns in Wäldern, Gebüsch vor; *Sp. sorbifolia*, *media*, *ulmifolia* und andere Arten sind in den Gärten verbreitete Ziersträucher. — Von *Brayera anthelmintica* in Abyssinien sind die Blüten officinell.

Fam. 2. Pomaceae. Fünf oder weniger Fruchtknoten stehen in der Axenhöhlung, verwachsen unter sich und mit der umgebenden Wand der Höhlung (Fig. 172 D). Die so zu Stande kommende Scheinfrucht ist oben von den Kelchblättern gekrönt; am Apfel z. B. gehört der fleischige Theil der Axe an; nur das sog. Kerngehäuse ist von den Carpellen gebildet; die Kerne sind die Samen. — Samenknospen zwei oder mehr, hängend. Bäume oder Sträucher mit abfallenden Nebenblättern.

Cydonia vulgaris, Quitte, mit zahlreichen wandständigen Samenknospen. — *Pirus* mit je zwei grundständigen Samenknospen, *P. communis* und andere Arten, Birnbaum, *P. Malus* Apfelbaum. — *Sorbus aucuparia*, Vogelbeerbaum. — *Mespilus germanica*, Mispel.

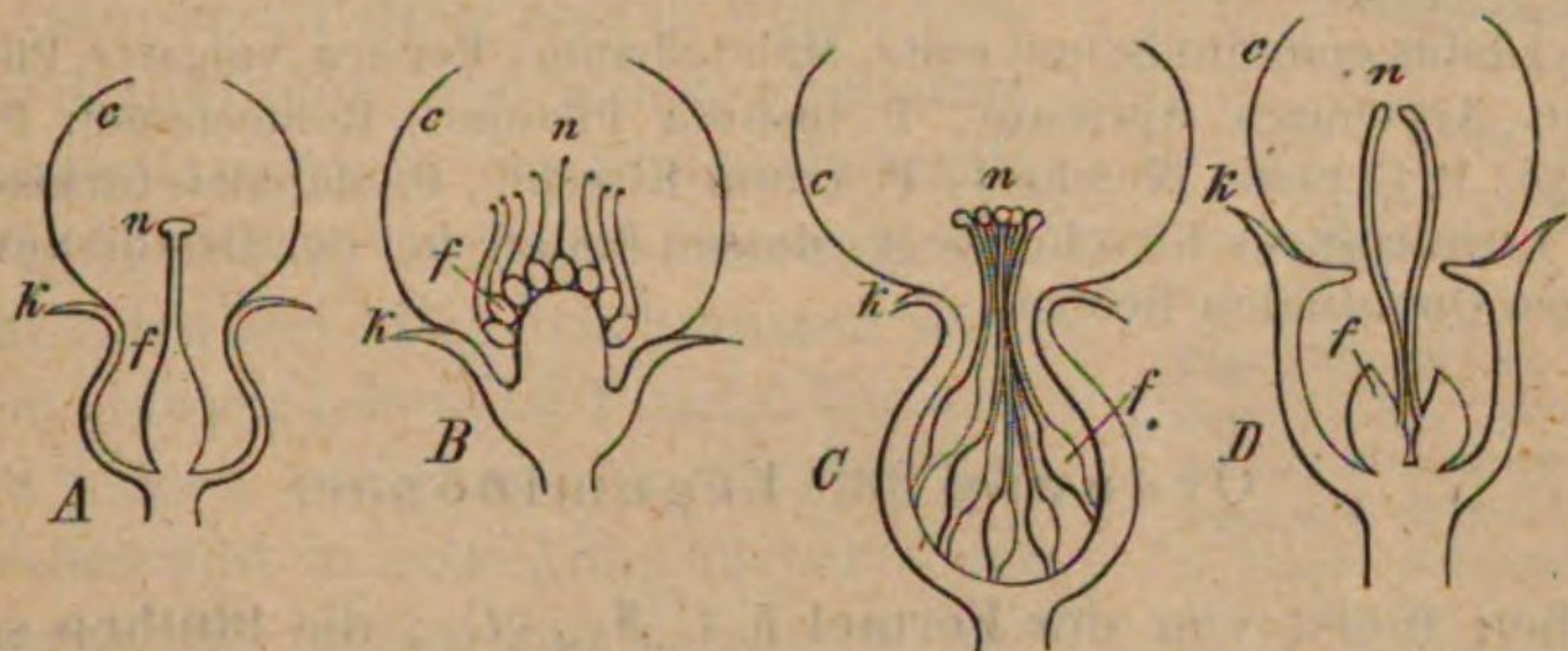


Fig. 172. Schema der Blüthen von A Amygdaleen, B Dryadeen, C Roseen, D Pomaceen.

Fam. 3. Roseae. Zahlreiche monomere Fruchtknoten am Grund und an der Wandung der oben verengerten Höhlung (Fig. 172 C) mit je einer hängenden Samenknospe, werden bei der Reife zu harten Nüsschen, die im fleischigen Receptaculum eingeschlossen sind; letzteres trägt häufig noch die Kelchblätter. Sträucher mit meist unpaarig gefiederten Blättern, deren Nebenblätter an den Blattstiel angewachsen sind.

Rosa, die Rose, in zahlreichen, bei uns wildwachsenden (*R. arvensis*, *rubiginosa*, *gallica* u. a.) und cultivirten Arten (*R. centifolia*, *damascena*, *Eglanteria* u. a.).

Fam. 4. Dryadeae. Die zahlreichen Fruchtknoten stehen auf einer aus der Höhlung hervorstehenden Erhebung der Axe (Fig. 172 B); sie enthalten je eine hängende, seltener aufrechte Samenknospe und werden bei der Reife meist zu einsamigen Nüsschen. Der Kelch wird meist von einem Aussenkelch, bestehend aus den verwachsenen Nebenblättern der Kelchblätter umgeben.

Geum rivale und *urbanum*, Benediktenwurz, in Wäldern, feuchten Wiesen; die Wurzel des ersteren ist officinell. — *Potentilla anserina*, *reptans*, *Tormentilla*, *argentea* und viele andere Arten sehr häufig. — *Fragaria*, Erdbeere, der die Fruchtknoten tragende Axentheil wird fleischig und schliesst die harten Früchte ein; *F. collina*, *elatior*, *vesca* wachsen in Wäldern; andere nordamerikanische Arten werden in Gärten cultivirt. — *Rubus Idaeus*, Himbeere, *fruticosus* und *caesius*, Brombeere; die Früchte selbst werden bei der Reife saftig. — *Dryas octopetala*, eine Alpenpflanze mit trockenen lang geschwänzten Früchten.

Fam. 5. Sanguisorbeae. Die wenigen (oft nur einer) Fruchtknoten sind in der oben sehr verengerten Höhlung eingeschlossen; Staub-

fäden gewöhnlich wenig zahlreich; Blüthen zuweilen ohne Perigon und viergliedrig, so, dass die vier Staubfäden entweder den Kelchblättern superponirt sind oder mit ihnen alterniren. Samenknospen einzeln, hängend. Die Früchte sind Achenen.

Alchemilla vulgaris, *arvensis*, auf Aeckern, an Wegen gemein — *Poterium Sanguisorba*, *Sanguisorba officinalis*, auf Wiesen nicht selten. — *Agrimonia Eupatoria* in Gebüsch, Wäldern.

Fam. 6. *Amygdaleae*. Ein monomerer Fruchtknoten mit zwei hängenden Samenknospen steht im Grunde des Receptaculum. (Fig. 172 A) Dieses fällt sammt dem Kelch bei der Fruchtreife ab. Staubfäden zahlreich. Es kommt gewöhnlich nur ein Same zur Entwicklung, die Frucht eine Steinfrucht.

Amygdalus communis und *nana*, Mandelbaum; *Persica vulgaris*, Pfirsichbaum. — *Prunus Armeniaca* Apricose, *P. insititia* Pflaume, Reineclaude, *P. domestica* Zwetschge, *P. Cerasus* Weichsel, *P. avium* Kirsche, *P. Mahaleb* türkische Weichsel. *P. Laurocerasus* Kirschlorbeer, dessen Blätter bei der Destillation Blausäure in geringen Quantitäten liefern.

Ordnung 28. Leguminosae.

Blüthen meist von der Formel $K_5 C_5 A_{5+5} G_1$; die Blüthen sind häufig zygomorph ausgebildet, die Staubfäden gewöhnlich fast alle in eine Röhre verwachsen. Die Frucht ist eine Hülse, welche manchmal durch falsche Quer- oder Längswände gegliedert ist. Die Blüthen sind nicht eigentlich perigyn, sondern Krone, Androeceum und Gynaeceum stehen auf einer Ausbreitung der Axe innerhalb des röhrig verwachsenen Kelches.

Fam. 4. *Mimoseae*. Blüthen in Aehren, Köpfchen oder Rispen, nicht zygomorph, bisweilen viergliedrig; Staubfäden oft sehr zahlreich, frei oder alle in eine Röhre verwachsen, gewöhnlich viel länger als das Perigon. Hülse bisweilen durch Querwände gegliedert.

Mimosa pudica, Sinnpflanze, mit reizbaren Blättern. — *Acacia* mit sehr zahlreichen Arten in Africa, Asien, Neuholland; *A. vera*, *arabica* und andere in Arabien und benachbarten Ländern liefern das arabische Gummi, welches aus dem Stamm ausfließt und aus desorganisirten Zellwänden entsteht; *A. Seyal*, *Adansoni* und andere in Westafrika das Senegalgummi. Von *A. Catechu* in Indien stammt das Catechu, gewonnen durch Auskochen des Holzes.

Fam. 2. *Caesalpinieae*. Blüthen in Rispen oder Aehren, fünfzählig, oft etwas zygomorph, manchmal ohne Perigon, Staubfäden zehn oder weniger, frei oder selten zusammenhängend. Die Hülse springt bei vielen nicht auf, ist häufig durch Querwände gegliedert.

Ceratonia Siliqua in Südeuropa; die Frucht ist das sog. Johannisbrot. — Von *Cassia obovata*, *acutifolia* und anderen im Orient, Africa und Indien stammen die Sennesblätter, die in der Medicin angewendet werden. Officinell ist auch die Frucht von *C. Fistula*, eine durch Querwände gegliederte, nicht aufspringende, sehr lange Hülse. — Von *Tamarindus indica* werden die Früchte, Tamarinden, angewendet. — Von *Gleditschia* werden verschiedene Arten, *G. triacanthos*, *sinensis* u. a. als Zierbäume cultivirt. — *Copaifera officinalis* und andere Arten im tro-

pischen America liefern den Copaivabalsam. — Das Holz von *Caesalpinia brasiliensis* ist das Fernambucholz, das von *Haematoxylon campechianum* auf den Antillen das Campecheholz.

Fam. 3. *Papilionaceae*. Blüten fünfzählig, zygomorph (median symmetrisch; der röhrige Kelch meist mit ungleich grossen Zähnen, oft zweilippig; Kronenblätter mit wenigen Ausnahmen fünf; das hintere grosse wird Fahne genannt (Fig. 173 A *fa*), die zwei seitlichen die Flügel, (Fig. 173 A *fl*) sind kleiner, die beiden vorderen sind zu einem hohl kahnförmigen Gebilde, dem Schiffchen (Fig. 173 A *s*), verwachsen (oder blos in ähnlicher Form aneinanderstossend). In diesem Schiffchen liegt der langgestreckte Fruchtknoten, umgeben von den zu einer langen Röhre verwachsenen Staubfäden, von welchen bei einer Anzahl von Gattungen nur der hinten stehende frei ist (Fig. 173 B *a*₁). Nur selten sind alle zehn Staubfäden frei. Der Fruchtknoten wird von einem hintenstehenden Fruchtblatt gebildet, ist jedoch manchmal durch eine falsche Scheidewand in zwei Längsfächer, oder durch Querwände in einzelne Kammern getheilt. Die Blüten stehen in Aehren, Rispen oder Köpfchen, oder auch einzeln. Die Blätter sind selten ganz, meist dreizählig oder gefiedert, mit oft stark entwickelten Nebenblättern.

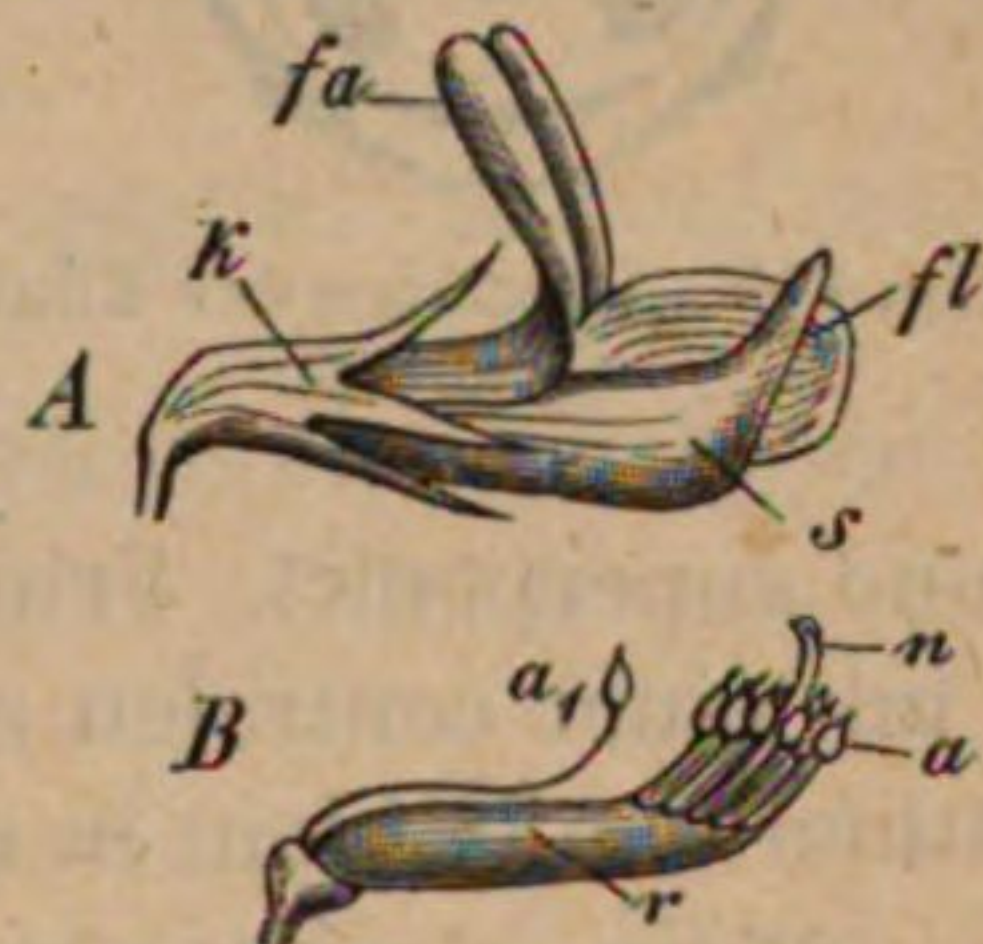


Fig. 173. Blüthe von *Lotus corniculatus*, etwas vergr. A nach Wegnahme des zugewendeten Flügels, *k* Kelch, *fa* Fahne, *fl* Flügel, *s* Schiffchen. B nach Wegnahme der Krone, *r* Staubfädenröhre, *a*₁ der freie Staubfaden; *a* Antheren, *n* Narbe.

Lupinus albus, varius u. a., *Trifolium pratense*, incarnatum u. a., Klee, *Medicago sativa* Luzerne, *Onobrychis sativa* Esparsette werden als Futterkräuter cultivirt. — Andere werden im Grossen gebaut wegen der fett- und stärkereichen Samen, so besonders *Pisum sativum* Erbse, *Ervum Lens* Linse, *Phaseolus vulgaris* und multiflorus Bohne, *Vicia Faba* Saubohne. Andere Arten von *Vicia*, sowie der verwandten Gattungen *Lathyrus*, *Orobus* u. a. sehr häufig in Wäldern, einige wie *L. tingitanus* auch als Zierpflanzen. — *Genista tinctoria* Ginster, wird zum Färben benutzt, noch wichtiger in dieser Beziehung ist *Indigofera* in mehreren Arten. — *Glycyrrhiza glabra*, echinata liefern die Süssholzwurzel. — *Astragalus* eine sehr artenreiche Gattung; von *A. creticus* und anderen im Orient und Südeuropa wohnenden Arten stammt das Traganthgummi, das aus desorganisirten Zellwänden mit noch deutlicher Structur besteht. — *Arachis hypogaea*, Erdmandel, reift die Früchte unter der Erde; die Samen enthalten sehr viel Oel. — *Anagyris foetida* in Africa, mit sehr giftigen Samen, den Calabarbohnen. — *Dipteris odorata*, Tonkabohne, in Guyana. — *Myroxylon peruifera* liefert den Perubalsam, *Drepanocarpus senegalensis* das Kinogummi.

B. *Gamopetalae*.

1. *Isocarpeae*.

Ordnung 29. *Primulinae*.

Blüthen fast immer pentamer, selten zygomorph; Staubfäden fast immer der Krone eingefügt und ihren Theilen superponirt. Fruchtknoten oberständig, einfächerig mit meist axiler Placenta. Meist $K_5C_5 \mid A_5G_5$.

Fam. 1. *Plantagineae*. Blüten öfters diclinisch, Krone und Androeceum meist viergliederig, die Staubfäden alterniren mit der Krone; Fruchtknoten ein- bis vierfächerig, Samenknospen an der Innenwand der Fächer oder am Grunde des Fruchtknotens. Frucht eine quer aufspringende Kapsel oder Nüsschen. Same mit Endosperm.



Fig. 174. Diagramm der Blüte von *Plantago*.

Plantago lanceolata, Spitzwegerich, *P. maior* und *media* überall häufig; *P. Cynops* und *Psyllium* mit schleimiger Samenschale; die Blüten stehen in länglichen oder rundlichen Aehren. — *Litorella lacustris*, monoecisch, am Grund von Gewässern.

Fam. 2. *Plumbagineae*. Blüten hermaphrodit, fünfgliedrig; Staubfäden der Krone superponirt. Fruchtknoten aus fünf Carpellen bestehend, einfächerig mit einer centralen anatropen Samenknospe. Same mit Endosperm. Blüten häufig klein in dichten Inflorescenzen mit zahlreichen Bracteen.

Statice elongata, hie und da auf trockenem Boden, Blüten in Köpfchen, *Armeria* am Meeresstrande, *Plumbago* in Südeuropa und Indien.

Fam. 3. *Primulaceae*. Blüten hermaphrodit, fünfgliedrig; Krone superponirt. Fruchtknoten einfächerig mit axiler Placenta und zahlreichen Samenknospen (Fig. 175), Frucht eine meist quer aufspringende Kapsel. Same mit Endosperm. Kräuter.



Fig. 175. Diagramm der Primulaceenblüte.

Primula elatior und *officinalis*, Schlüsselblume. — *Anagallis arvensis* auf Aeckern häufig. — *Cyclamen europaeum* mit unterirdischer Knolle, giftig.

Fam. 4. *Myrsineae*. Sträucher, deren Frucht eine Steinfrucht oder Beere ist, in den Tropen.

Fam. 5. *Lentibularieae*. Blüten zygomorph, sowohl Kelch als Krone zweilippig, d. h. die hinteren und vorderen Theile enger unter sich verwachsen. Nur zwei (vordere) Staubfäden. Fruchtknoten einfächerig; die zahlreichen Samenknospen auf einer axilen Placenta. Same ohne Endosperm. Frucht eine Kapsel. $K_5 C_5 A_2 G_5$.

Utricularia in mehreren Arten, schwimmende Wasserpflanzen mit fein zertheilten Blättern, welche durch lufthaltige Blasen getragen werden. — *Pinguicula vulgaris* und *alpina*, kleine Pflänzchen mit fetten in eine grundständige Rosette gestellten Blättern und blattlosen Schäften.

Ordnung 30. *Diospyrinae*.

Blüthenglieder in verschiedener Anzahl. Staubfäden der Krone oder dem Blütenboden eingefügt, häufig doppelt soviel als Kronenblätter, oder noch mehr. Fruchtknoten meist oberständig, mehrfächerig. Samenknospen häufig eine oder zwei, selten mehr in jedem Fach, von der Basis

oder der Scheidewand entspringend. Frucht meist fleischig. Same mit oder ohne Endosperm.

Fam. 1. Sapoteae. Tropische Bäume mit Milchsaft. Je eine Samenknospe in den Fruchtknotenfächern.

Die Früchte von *Lucuma mammosa* und anderen auf den Antillen sind essbar.

— *Isonandra gutta* liefert Guttapercha, eine dem Kautschuck ähnliche Substanz.

Fam. 2. Ebenaceae. Blüten meist diclinisch. Bäume ohne Nebenblätter. Samenknospen meist zu zweien.

Diospyros Ebenum, *melanoxylon* und andere Arten in den Tropen liefern das Ebenholz. — *D. Lotus* in Südeuropa hat essbare Beeren.

Fam. 3. Styraceae. Blüten perigyn oder epigyn. Samenknospen häufig zu mehreren in den Fruchtknotenfächern.

Styrax officinale in Asien liefert einen Balsam, den Storax; *St. Benzoin* auf den Molukken einen ähnlichen, das Benzoin.

Ordnung 34. Bicornes.

Blütenkreise vier- oder fünfgliedrig; Staubfäden meist doppelt soviel als Kronentheile, einem Ring eingefügt. Fruchtknoten ober- oder unterständig, mehrfächerig mit grossen, von der Mitte gegen den Hohlraum der Fächer zu vorspringend. Same mit Endosperm. $K_n C_n A_n^n G_n$.

Fam. 1. Ericaceae. Blüte hypogyn; Antheren zweifächerig, gewöhnlich mit zwei Poren an der Spitze sich öffnend. Frucht eine loculicide oder septicide Kapsel oder fleischig.

Erica carnea und andere Arten, *Calluna vulgaris*, Haidekraut, häufig auf Haiden. — Von *Arctostaphylos officinalis* sind die Blätter officinell. — *Arbutus Unedo*, ein Baum in Südeuropa. — *Rhododendron*; viele aus Asien stammende Sträucher bei uns zur Zierde cultivirt; *Rh. ferrugineum*, *hirsutum* u. a., Alpenrose.



Fig. 176. Diagramm der fünf-gliedrigen Ericaceenblüthen.

Fam. 2. Epacrideae. Blüten hypogyn, meist nur ein Staubfadenkreis. Antheren einfächerig, in einer Längsspalte aufspringend. — Australien.

Fam. 3. Pirulaceae. Blüten hypogyn, mit meist zwei Staubfadenkreisen; Kronenblätter gewöhnlich nur ganz an der Basis verwachsen. Antheren zweifächerig, meist mit Poren oder einer Querspalte aufspringend. Kapsel loculicid. Samen sehr klein mit winzigem wenigzelligem Embryo und verhältnissmässig grossem Integument. Chlorophyllhaltige Humusbewohner.

Pirula rotundifolia, *secunda* sind häufig in Wäldern, *P. umbellata*, *uniflora* seltener.

Fam. 4. Monotropeae. Chlorophylllose Humusbewohner mit schuppenförmigen Blättern, sonst den vorigen gleich.

Monotropa Hypopitys in Wäldern nicht selten.

Fam. 5. *Vaccinieae*. Blüten epigyn, mit zwei Staubfadenkreisen. Antheren zweifächerig, meist mit zwei Poren sich öffnend. Frucht eine Beere.

Vaccinium *Vitis idaea* Preisselbeere, *V. Myrtillus* Heidel- oder Thaubere, *V. Oxycoccus* Moosbeere und *V. uliginosum* sind kleine Sträucher, die in Wäldern, Mooren häufig vorkommen.

3. *Anisocarpeae*.

a. *Hypogynae*.

Ordnung 32. *Diandrae*.

Blüthenkreise gewöhnlich zwei- und viergliedrig (selten fünfgliedrig); zwei laterale Staubfäden der Krone eingefügt; zwei mediane Carpelle. Fruchtknoten zweifächerig mit je zwei Samenknospen. Griffel ungetheilt. Blätter meist decussirt, ohne Nebenblätter. Formel meist $K_4C_4A_2G_2$.

Fam. 4. *Oleaceae*. Samenknospen hängend, anatrop; Knospenlage der Krone klappig; Frucht eine Kapsel oder Beere oder Steinfrucht. Same mit Endosperm. Stamm holzig, Blätter immer decussirt. Bisweilen fehlt die Krone.



Fig. 177. Diagramm der Oleaceenblüte.

Olea europaea, Oelbaum im Orient und Süd-europa. Das im weichen Pericarp enthaltene Oel wird durch Auspressen gewonnen. — *Fraxinus excelsior*, Esche; *F. Ornus*, Mannaesche, in Süd-europa, schwitzt einen süßen Saft, die Manna aus, der aber auch durch Einschneiden erhalten wird. — *Ligustrum vulgare*, Hartriegel, sehr verbreiteter Strauch. — *Syringa vulgaris*, persica und andere Arten, Flieder, Holler, beliebte Ziersträucher mit wohlriechenden Blüten.

Fam. 2. *Jasmineae*. Samenknospen aufrecht, anatrop. Knospenlage der Krone deckend. Frucht Beere oder Kapsel. Same ohne Endosperm. Die Krone ist bisweilen fünfklappig. Sträucher, häufig schlingend, bisweilen mit zerstreut gestellten Blättern.

Jasminum grandiflorum und andere in Südeuropa enthalten in den Blüten ein sehr wohlriechendes Oel.

Ordnung 33. *Contortae*.

Blüthen meist pentamer; Krone meist in rechtsgedrehter Knospenlage; Staubfäden der Kronenröhre eingefügt; zwei mediane Carpelle. Blätter meist decussirt, ohne Nebenblätter. $K_nC_nA_nG_2$.

Fam. 4. *Gentianeae*. Krone fünf-, vier-, sechs-, oder achtspalzig. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig, Samenknospen wandständig, zahlreich, anatrop. Same mit Endosperm. Meist Kräuter ohne Milchsaft, mit fast immer ganzen Blättern.

Gentiana lutea und andere in den Alpen einheimische Arten, Enzianwurzel, von bitteren Eigenschaften. — *Erythraea Centaurium*, Tausendguldenkraut, und *Menyanthes trifoliata*, Fieberklee, beide bei uns einheimisch, sind officinell.

Fam. 2. *Loganiaceae*. Fruchtknoten zwei- bis vierfächerig mit je einer oder mehreren halbanatropen Samenknospen. Same mit Endosperm. Meist Bäume mit opponirten Blättern und meist mit Nebenblättern.

Strychnos Nux vomica, Brechnuss in Südamerika; die Samen, sowie die Rinde sind äusserst giftig. Aus dem Saft der Rinde anderer *Strychnos*-Arten bereiten die Eingebornen in Südamerika das unter dem Namen Curare bekannte Pfeilgift.

Fam. 3. *Apocynaceae*. Carpelle zu einem Fruchtknoten verwachsen oder frei, d. h. zwei monomere Fruchtknoten bildend. Same meist mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher mit Milchsaft, ohne Nebenblätter.

Nerium Oleander, der Oleander, Zierbaum; *Vinca minor* und andere Arten, Immergrün, kriechende Kräuter in Wäldern, und in Gärten cultivirt.

Fam. 4. *Asclepiadeae*. Zwei monomere Fruchtknoten in jeder Blüthe; Griffel kurz, durch eine den beiden Fruchtknoten gemeinsame Narbe verbunden. Staubfäden zu einer Röhre verwachsen, welche das Gynaeceum umgibt, mit Anhängseln verschiedener im Allgemeinen taschenförmiger Form ausgestattet. Antheren zwei- bis vierfächerig; der Pollen jedes Faches bleibt zu einer Masse vereinigt; die Massen je zweier benachbarter Fächer hängen zusammen und werden bei der Bestäubung von Insecten übertragen. — Samenknospen zahlreich an der Bauchnath der Carpelle hängend. Same meist mit Endosperm. Meist Holzpflanzen, häufig schlingend, mit Milchsaft, ohne Nebenblätter.

Vincetoxicum officinale, häufig in Wäldern, Gebüsch. — *Asclepias syriaca* und andere Arten in Gärten cultivirt, ebenso *Hoya carnosa*, Wachtblume. — *Stapelia* mit fleischigem cactusähnlichem Stamm.

Ordnung 34. Tubiflorae.

Blüthen pentamer, gewöhnlich nicht zygomorph, und wenn, nicht median symmetrisch. Staubfäden der Krone eingefügt. Fruchtknoten aus zwei (selten bis fünf) Carpellen bestehend. Blätter gewöhnlich alternirend, ohne Nebenblätter. Die oft sympodiale Inflorescenz schliesst häufig mit einer Gipfelblüthe ab. $K_5 C_5 A_5 G_2 (+3)$.

Fam. 1. *Convolvulaceae*. Fruchtknoten zwei-, selten drei- oder vierfächerig, mit je 1—2 aufrechten anatropen Samenknospen. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Meist Schlingpflanzen mit Milchsaft.

Convolvulus arvensis, *Calystegia sepium*, Winde, sind gemeine Unkräuter. — *Convolvulus Jalapa* und *C. Schiedeanus* in Mexico, liefern die Jalapawurzel; *C. Turpethum* in Ostindien ist ebenfalls officinell, ebenso der Milchsaft von *C. Scammonium* im Orient. — *Batatas edulis* und andere Arten in America enthalten in ihren knolligen Rhizomen sehr viel Stärkemehl und finden daher Verwendung als Nahrungsmittel.

Fam. 2. *Cuscutaeae*. Chlorophyllfreie Schmarotzer mit fadenförmigem Stengel, der mittels Saugwurzeln sich an den Stengeln anderer Pflanzen befestigt und diesen die Nahrung entzieht. Die Blüthen sind klein und stehen in Knäueln. Frucht eine quer aufspringende Kapsel.

Cuscuta europaea an Nesseln, Hopfen u. dgl. an Zäunen sehr verbreitet; *C. Epilinum* auf dem Flachs; *C. Epithymum* auf verschiedenen niederen Pflanzen, auch auf dem Klee, verwüstet oft ganze Kleefelder.

Fam. 3. *Polemoniaceae*. Fruchtknoten dreifächerig, mit einer geraden oder mehreren schiefen Samenknospen. Kapsel loculicid. Meist Kräuter ohne Milchsaft.

Polemonium coeruleum, verbreitete Zierpflanze.

Fam. 4. *Solaneae*. Fruchtknoten zweifächerig mit zahlreichen Samenknospen an der Scheidewand; letztere setzt sich bisweilen vom Centrum aus noch in das Fach hinein fort, so dass der Fruchtknoten scheinbar vierfächerig wird. Samenknospen campylotrop. Frucht eine Kapsel mit verschiedener Dehiscenz oder eine Beere. Same mit Endosperm. Kräuter, bisweilen etwas holzig, ohne Milchsaft.

Die meisten Repräsentanten sind narkotisch-giftig. *Solanum Dulcamara* und *nigrum*, Nachtschatten, häufig in Gebüsch, auf Aeckern, an Wegen. — *S. tuberosum* aus America, Kartoffel, deren Knolle sehr viel Stärkemehl enthält; die oberirdischen Theile aber sind giftig. — *Lycopersicum esculentum*, Liebesapfel; die Frucht wird gegessen. — *Capsicum annum*, spanischer Pfeffer, in Indien; die langgestreckte Beere dient als Gewürz. — *Physalis Alkekengi*, deren Beere vom aufgeblasenen Kelch eingeschlossen wird, hie und da in unseren Gegenden. — *Atropa Belladonna*, Tollkirsche, mit sehr giftigen Beeren. — *Hyoscyamus niger*, Bilsenkraut; die Samen sind officinell; ebenso die von *Datura Stramonium*, Stechapfel. — *Nicotiana Tabacum*, Tabakpflanze.

Fam. 5. *Asperifoliae* (*Boragineae*). Fruchtknoten scheinbar vierfächerig, d. h. die zwei Fächer werden durch falsche Scheidewände in je zwei Klausen getheilt; der Griffel steht auf dem oben einwärtsgebogenen Ende scheinbar als Verlängerung der Axe, umgeben von den vier Klausen. Jede Klausen enthält eine hängende anatrophe Samenknospe; bei der Reife trennen sich diese vier Klausen als einsamige Nüsschen voneinander. Same ohne Endosperm. Die Kronenröhre trägt häufig an ihrem oberen Ende fünf mit den Zipfeln alternirende Anhängsel. Inflorescenz cymös, öfters sehr complicirt. Kräuter oder Sträucher, mit meist rauher Behaarung.

Myosotis, Vergissmeinnicht, *M. palustris* in Sümpfen, *silvatica* in Wäldern, *stricta*, *intermedia* u. a. auf Aeckern u. dgl. — *Lithospermum arvense*, officinale, *Echium vulgare*, *Lycopsis arvensis*, *Cynoglossum officinale*, sind häufige Unkräuter. — Die Wurzel von *Anchusa tinctoria*, sowie auch von anderen enthält rothen Farbstoff. — Die Blätter von *Borago officinalis*, Boretsch, werden als Gemüse gegessen.

Ordnung 35. Labiatiflorae.

Blüthen pentamer, zygomorph mit medianer Symmetrie, die Krone meist zweilippig, indem die zwei hinteren Blätter zu der oft helmartig

übergebogenen Oberlippe verwachsen, das vordere nebst den zwei seitlichen die Unterlippe bildet. Der hintere Staubfaden schlägt häufig fehl; die beiden seitlichen, welche meist kürzer, als die beiden vorderen sind, abortiren zuweilen ebenfalls. Zwei mediane Carpelle bilden einen meist zweifächerigen Fruchtknoten. Blätter zerstreut oder decussirt, ohne Nebenblätter. Am Laubspross keine terminalen Blüthen. $K_5 C_5 A_5^{(2)} G_2$.

Fam. 4. *Verbasceae*. Krone nur wenig zygomorph, Staubfäden fünf, ungleich lang. Fruchtknoten zweifächerig mit zahlreichen, an der Scheidewand sitzenden anatropen Samenknochen. Frucht eine septicide Kapsel. Same sehr klein, mit Endosperm.

Verbascum Thapsus, thapsiforme, phlomoides mit wolligen Blättern, Blütenstand ährenförmig; häufig an wüsten Plätzen; die Blüthen sind officinell. *V. Lychnitis*, *nigrum*, *phoeniceum* sind ebenfalls nicht selten.

Fam. 2. *Scrophularineae*. Staubfäden vier, didynam (d. h. die beiden vorderen länger als die seitlichen), oder nur die zwei vorderen. Fruchtknoten zweifächerig, mit zahlreichen anatropen Samenknochen an der Scheidewand. Same mit Endosperm.

Antirrhinum maius, Löwenmaul, verbreitete Zierpflanze; *Linaria vulgaris* häufig auf Aeckern. — *Digitalis purpurea*, Fingerhut, insbesondere die Blätter enthalten Digitalin; das in der Medicin Anwendung findet, in grösseren Quantitäten sehr giftig ist. — *Veronica officinalis* in Wäldern, *V. Anagallis* und *Beccabunga* in Wassergräben, *V. arvensis*, *triphyllos*, *hederaefolia* auf Aeckern. — *Scrophularia nodosa*, *aquatica* an feuchten Plätzen. — *Euphrasia officinalis*, Augentrost, *Melampyrum*, *Pedicularis* und *Rhinanthus* sind zwar chlorophyllhaltig, schmarotzen aber mit ihren Wurzeln auf den Wurzeln anderer Pflanzen. — *Paulownia imperialis*, amerikanische Linde, ein Baum mit sehr grossen Blättern.

Fam. 3. *Bignoniaceae*. Staubfäden meist vier didynam. Fruchtknoten zwei- oder ein-, selten vierfächerig mit zahlreichen an der Scheidewand oder an der Wandung horizontal stehenden, anatropen Samenknochen. Same meist geflügelt, ohne Endosperm. Holzpflanzen, oft schlingend.

Sesamum orientale und *S. indicum* enthalten in den Samen ein sehr geschätztes Oel. — *Catalpa*, Trompetenbaum, öfters in Anlagen cultivirt.

Fam. 4. *Acanthaceae*. Staubfäden vier didynam oder zwei. Fruchtknoten zweifächerig. Samenknochen wenig, campylotrop, meist auf verlängerten Fortsätzen der Placenta. Same ohne Endosperm. Kräuter mit quirlig gestellten Blättern.

Acanthus mollis und andere Arten in Südeuropa, in Gärten cultivirt.

Fam. 5. *Orobanchaeae*. Chlorophyllfreie Schmarötzer ohne Laubblätter. Staubfäden vier, didynam. Fruchtknoten einfächerig. Samenknochen zahlreich an der Wandung. Samen endospermreich.

Orobanche rubens, *cruenta* auf Leguminosen, *lucorum* auf Berberiswurzeln, *Hederae* auf den Wurzeln des Epheus, *ramosa* auf Hanf u. v. a. von meist brauner Farbe. — *Lathraea squamaria*, Schuppenwurz, von fleischrother Farbe, auf verschiedenen Baumwurzeln.

Fam. 6. Gesneraceae. Staubfäden meist vier, didynam oder der hintere ist als Staminodium vorhanden; oder endlich seltener nur zwei (bald die vorderen, bald die seitlichen). Krone öfters perigyn. Fruchtknoten einfächerig mit zahlreichen an der Wandung stehenden Samenknospen. Same mit oder ohne Endosperm. Meist Kräuter mit opponirten Blättern.

Columnea Schiedeana, *Achimenes*, *Ligeria* aus dem tropischen America werden in Gewächshäusern cultivirt.

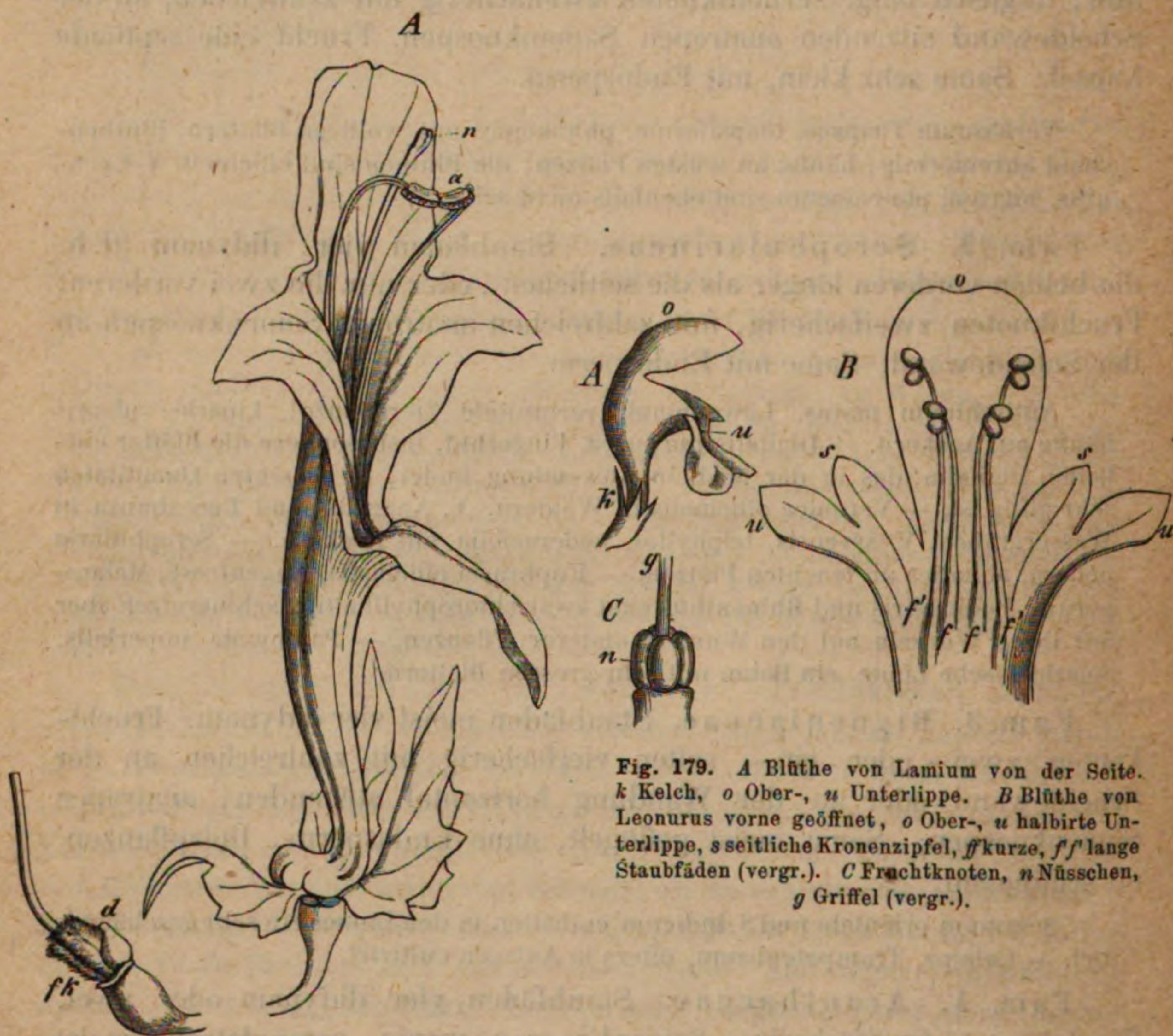


Fig. 178. Blüthe von *Columnea Schiedeana* *a* die Antheren, *n* Narbe. *fk* der Fruchtknoten mit dem Staminodium *d* (nach *Sachs*).

Fam. 7. Labiatae. Staubfäden vier, didynam, oder nur zwei, vordere. Fruchtknoten in vier Klausen getheilt, wie bei den Boragineen; nur die Samenknospen aufrecht, anatrop. Vier einsamige Theilfrüchte. Same ohne Endosperm. Kräuter mit meist vierkantigem Stengel und decussirten Blättern, in deren Achseln zusammengezogene cymöse Inflorescenzen (Dichasien) stehen.

Die Labiaten finden hauptsächlich wegen ihres Reichthums an ätherischen Oelen Verwendung, so z. B. *Mentha piperita*, *crispa* Minze, *Thymus vulgaris* und *Th. Serpyllum* Thymian, *Origanum Majorana* Majoran, *Satureja hortensis* Bohnenkraut, *Lavandula vera* und *L. Spica* Lavendel, *Rosmarinus officinalis* Rosmarin, *Salvia officinalis* Salbei u. v. a. Das Patchouly-Kraut stammt von einem *Pogostemon* in Indien. *Lamium album*, *purpureum*, *amplexicaule* Taubennessel, *Salvia pratensis*, *Stachys silvatica*, *Glechoma hederacea*, *Aiuga reptans* und *genevensis* sind sehr häufige und bekannte Repräsentanten.

Fam. 8. *Verbenaceae*. Staubfäden vier, didynam oder zwei. Fruchtknoten zwei-, vier- oder achtfächerig (durch falsche Scheidewände) mit je einer oder zwei aufrechten Samenknochen. Griffel auf dem Fruchtknoten stehend. Same mit spärlichem oder ohne Endosperm. Blätter meist opponirt oder quirlig.

Verbena officinalis, Eisenkraut, häufig an Wegen u. dgl. *Verbena Aubletia*, verbreitete Zierpflanze, Blüthe nur wenig zygomorph.

Fam. 9. *Selagineae*. Staubfäden vier fast gleich oder nur zwei. Fruchtknoten zweifächerig mit je einer hängenden Samenknoche. Die Frucht zerfällt in zwei Theilfrüchte. Same mit Endosperm. Blätter meist zerstreut gestellt.

Selago, *Hebenstreitia* und andere, in Südafrika einheimisch.

Fam. 10. *Globularieae*. Staubfäden vier; Fruchtknoten einfächerig mit einer hängenden Samenknoche; Griffel seitlich. Same mit Endosperm. Blüten in Köpfchen. Blätter zerstreut gestellt.

Globularia vulgaris, *cordifolia* mit grundständigen Blattrosetten, an trockenen Orten hie und da.

b. Epigynae.

Ordnung 36. *Aggregatae*.

Blüthen epigyn, pentamer, oder mit anderen Zahlenverhältnissen, häufig zygomorph. Staubfäden frei oder der Krone eingefügt. Fächer des Fruchtknotens meist nur mit je einer Samenknoche.

Fam. 1. *Rubiaceae*. Blüten vier-, fünf- oder sechsgliedrig, meist regelmässig. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig, Samenknoche je eine oder mehrere in verschiedenen Lagen. Same meist mit Endosperm. Blätter opponirt mit Nebenblättern. $K_{(n)}C_nA_nG_2$.

Rubia tinctorum, Krapp, wird in der Färberei verwendet und im Grossen gebaut. — *Galium Aparine*, *Mollugo*, *silvestre* u. a., sehr häufig in Gebüsch, Feldern, Haiden; die Blätter stehen scheinbar quirlig, indem die Nebenblätter den Blättern selbst gleichgestaltet sind, ebenso bei *Asperula odorata*, Waldmeister. — Von der grössten medicinischen Bedeutung ist die Gattung *Cinchona* in den Urwäldern Südamericas, besonders Perus; deren zahlreiche Arten liefern die Chinarinde. — Die Wurzel von *Cephaelis Ipecacuanha* in Brasilien erfährt ebenfalls ausgedehnte Anwendung in der Medicin.



Fig. 180. Diagramm der Blüthe vieler Rubiaceen.

— *Coffea arabica*, Kaffeebaum, ursprünglich in Abyssinien einheimisch, von da nach Arabien und später auf die Antillen verpflanzt. Die sog. Kaffeebohne ist der in den Beeren enthaltene Same, welcher der Hauptmasse nach aus dem Endosperm besteht und einen nur kleinen Embryo enthält.

Fam. 2. *Caprifoliaceae*. Blüten fünfgliedrig, häufig zygomorph, Fruchtknoten zwei- bis fünf- oder mehrfächerig. Samenknoten an den Scheidewänden hängend, anatrop. Frucht eine Beere. Same mit Endosperm. Blätter opponirt ohne Nebenblätter; meist Bäume und Sträucher $K_5 C_5 A_5 G_5 (-m)$.



Fig. 181. Diagramm der Blüte von Caprifoliaceen. A von *Leycesteria*, a Gynaeceum von *Lonicera*, b von *Symphoricarpus*.

Lonicera Caprifolium, *Periclymenum*, *tatarica* verbreitete Ziersträucher; bei mehreren Arten (z. B. *L. alpigena*) verwachsen die Früchte der zu zweien dicht beisammenstehenden Blüten zu einer einzigen Beere. — *Symphoricarpus racemosa*, Schneebeere. — *Sambucus nigra*, Holler, Hollunder. — *Viburnum Lantana*, *Opulus*, Schneeball, einheimische Sträucher. — *Linnaea borealis* ein kriechendes Kraut im Norden und den Alpen.

Fam. 3. *Valerianeae*. Blüten drei-, vier- oder fünfgliedrig, öfters zygomorph. Staubfäden gewöhnlich weniger als Kronentheile. Fruchtknoten dreifächerig, oder einfächerig mit je einer hängenden anatropen Samenknospe; es bildet sich aber stets nur ein Fach zur Frucht aus; die Frucht oft von

dem aus zahlreichen Haaren bestehenden Kelch gekrönt. Same ohne Endosperm. Blätter opponirt, ohne Nebenblätter. $K_{(n)} C_n A_n (-m) G_{n-m}$.

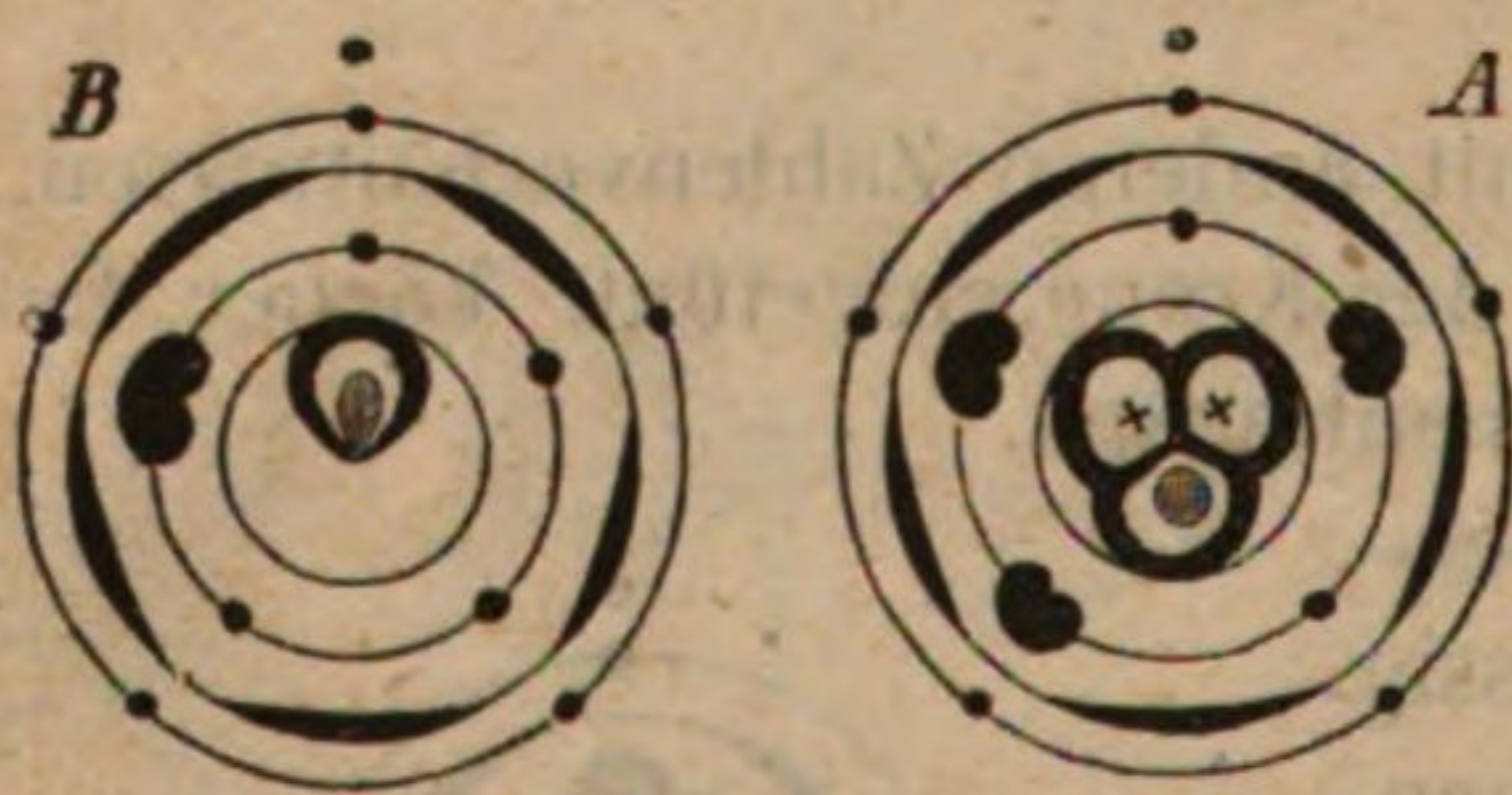


Fig. 182. Diagramm A von *Valeriana*, B von *Centranthus*.

Die Wurzel von *Valeriana officinalis*, Baldrian, welche an feuchten Orten überall vorkommt, sowie von *V. Phu* ist officinell. — Die Arten von *Valerianella* (*V. Auricula*, *dentata* u. a.) wachsen zwischen dem Getreide.

Fam. 4. *Dipsaceae*. Blüten vier- oder fünfgliedrig; Staubfäden gewöhnlich soviel als Kronentheile, Krone gewöhnlich zygomorph ausgebildet, Kelchblätter borstenförmig; unter dem Kelch noch eine äussere

verwachsene, mit Längsfurchen ausgestattete Hülle. Fruchtknoten einfächerig mit einer hängenden anatropen Samenknospe. Same mit Endosperm. Blätter opponirt ohne Nebenblätter. Blüten gewöhnlich in Köpfchen dicht zusammengestellt, von einem Involucrum umgeben $K_{(n)} C_n A_n G_1$.

Scabiosa columbaria, *Knautia arvensis*, auf Wiesen häufig. — *Dipsacus fullo-* num, Weberdistel, wird wegen der harten zurückgekrümmten Deckblätter in der Weberei benutzt; *D. silvestris* an wüsten Plätzen.

Ordnung 37. Synandrae.

Blüthen pentamer, regelmässig oder meist zygomorph. Staubfäden unter sich oder mit dem Griffel verwachsen oder nur die Antheren mit einander verklebt. Zahl der Carpelle sehr verschieden, Fruchtknoten fünf- bis einfächerig, die mehrfächerigen mit zahlreichen, die einfächerigen mit einer Samenknope. Blätter meist zerstreut gestellt, nur selten decussirt, meist ohne Nebenblätter $K_{(5)}C_5A_5G_5(-m)$

Fam. 1. Cucurbitaceae. Blüthen diclinisch oder polygam. Krone fünftheilig. Staubfäden fünf, drei (nämlich zwei Paare verwachsen) oder einer, kurz, meist unter sich verwachsen. Fruchtknoten ein- bis mehrfächerig mit einer oder zahlreichen Samenknospen. Frucht eine Beere. Same ohne Endosperm. Stengel mit Ranken und zerstreut gestellten Blättern.



Fig. 183. Diagramm der Blüte von Cucurbita.

Cucurbita Pepo Kürbis, Cucumis sativus Gurke, C. Melo Melone. — Citrullus Colocynthis, Coloquinte, im Orient, officinell. Bryonia alba und dioica, Zaunrübe, hier und da in unseren Gegenden; die starke Wurzel ist officinell.

Fam. 2. Campanulaceae. Blüthen hermaphrodit. Krone meist regelmässig fünfgliedrig. Staubfäden fünf, häufig an der Basis mit einander oder mit der Kronenröhre verwachsen. Fruchtknoten mehr- (häufig drei-) fächerig mit zahlreichen Samenknospen im innern Winkel der Fächer. Frucht eine Kapsel. Same mit Endosperm. Meist Kräuter mit Milchsaft.

Campanula, Glockenblume, patula, rotundifolia, rapunculoides und andere Arten überall auf Wiesen und anderwärts. — Phyteuma orbiculare, spicatum u. a. einheimische Kräuter. Blüthen in Köpfchen.

Fam. 3. Lobeliaceae. Blüthen hermaphrodit, zygomorph. Staubfäden in eine Röhre verwachsen. Fruchtknoten ein-, zwei- oder dreifächerig, mit zahlreichen anatropen, wagenrechten Samenknospen. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher, gewöhnlich mit Milchsaft.

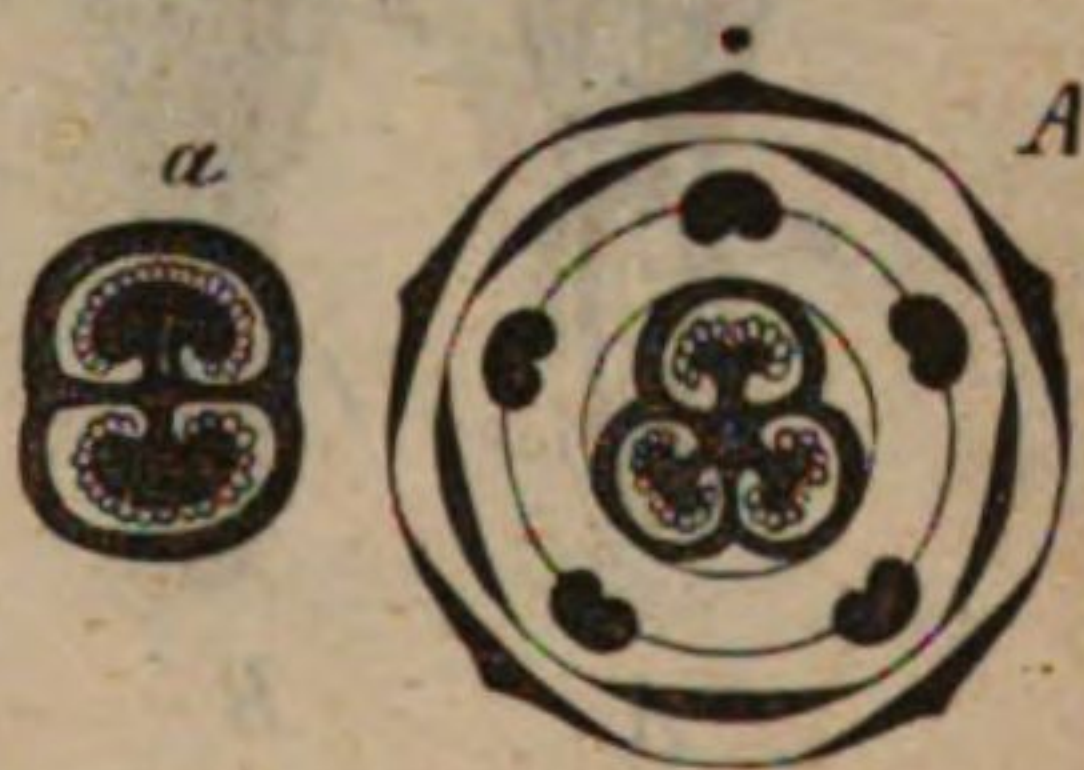


Fig. 184. Diagramm A von Campanula a Gynäceum von Lobelia.

Lobelia inflata und andere Arten in America, sehr giftig, auch in der Medicin angewendet.

Fam. 4. Compositae. Die Blüthen sind zu Köpfchen vereinigt, selten nur wenige, gewöhnlich in grosser Anzahl. Das Köpfchen ist von einem vielblättrigen Involucrum umgeben; der Blütenboden (Receptaculum), auf welchem die einzelnen Blüthen stehen, trägt entweder Spreuschuppen (paleae), d. h. die Deckblätter der Einzelblüthen, oder nur wabenartig angeordnete seichte Vertiefungen, in denen die Blüthen

stehen, oder endlich mannigfaltige Haarbildungen zwischen den Blüthen. Die Blüthen selbst sind häufig von verschiedenem Geschlecht in einem



Fig. 185. Diagramm der Compositenblüthe.

und demselben Köpfchen, hermaphrodite, weibliche, männliche, ja auch geschlechtslose, je nach den einzelnen Abtheilungen zusammengeordnet. Der Kelch ist nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen vorhanden, meist in Form zahlreicher einfacher oder verzweigter Haare, die sich meist nach dem Abblühen noch weiter entwickeln. Die Krone ist unterwärts röhrig, oberseits gleichmässig fünfzählig, oder zweilippig oder in eine drei- oder fünfzählige Zunge ausgebreitet. Staubfäden in der Röhre eingefügt, meist kurz; die Antheren sind langgestreckt, mit einander seitlich verklebt und

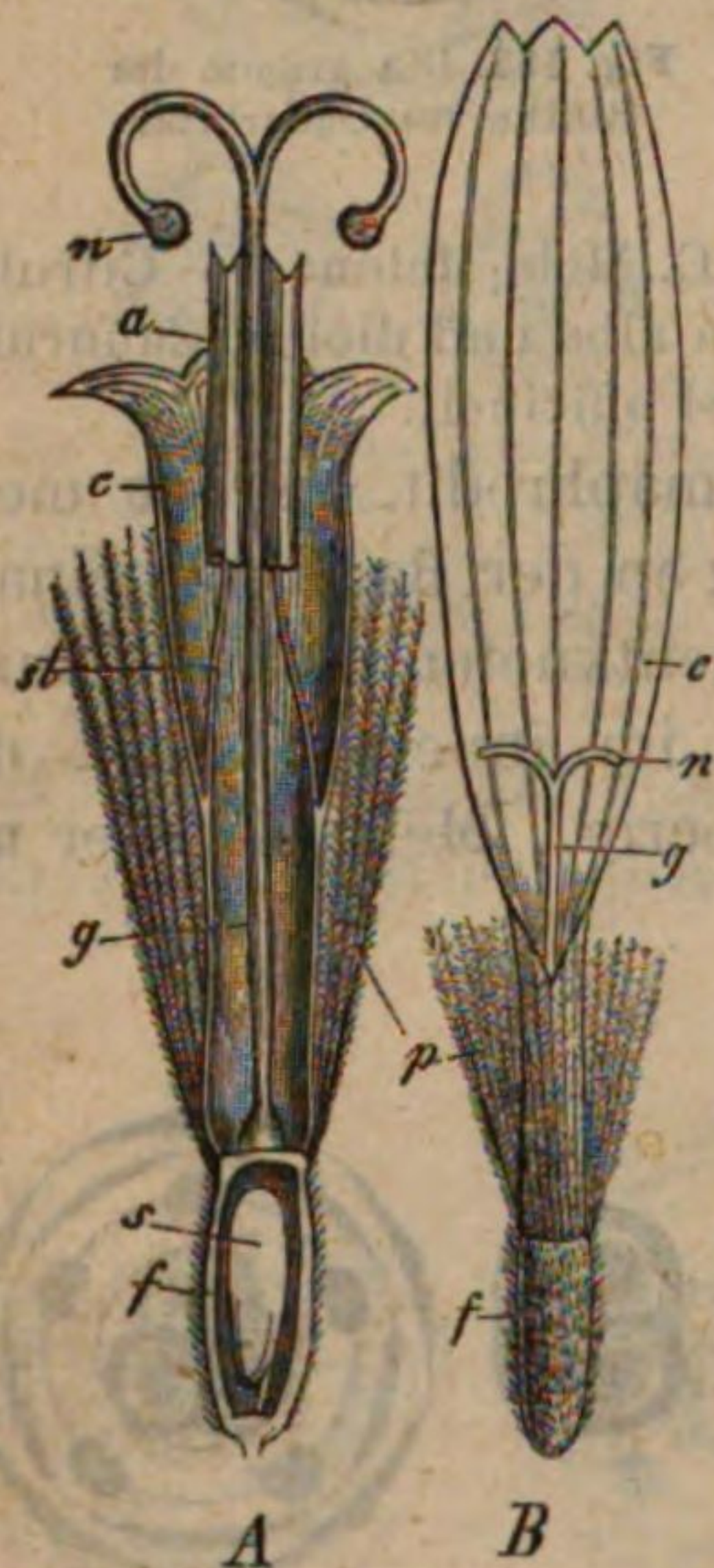


Fig. 186. Blüthe von Arnica. (vergr.) A des Mittelfeldes, im Längsschnitt. B des Randes, f Fruchtknoten, p Pappus, c Krone, st Staubfäden, a Antheren, n Narben, g Griffel.

bilden eine Röhre, durch die der Griffel hindurchgeht; dieser spaltet sich oben in zwei Narben, welche gewöhnlich auf ihrer inneren Seite die Papillen tragen. In den rein weiblichen Blüthen sind die Griffel meist kürzer. Der unterständige Fruchtknoten enthält eine grundständige Samenknope. Frucht eine Achene, öfters von den Kelchhaaren, Pappus genannt, gekrönt. Same ohne Endosperm. Meist Kräuter mit zerstreuten oder (seltener) opponirten Blättern, ohne Nebenblätter, häufig mit Milchsaft.

Unterfamilie I. Tubuliflorae. Im Köpfchen entweder lauter hermaphrodite Röhrenblüthen, oder die Blüthen des Randes (radius) zungenförmig, strahlenartig abstehend, weiblich oder geschlechtslos, die des Mittelfeldes (discus) röhrig, hermaphrodit.

Tribus 4. Vernoniaceae. Lauter Röhrenblüthen. Griffel cylindrisch mit langen Narbenästen, deren Papillen bis unter ihre halbe Länge hinabgehen.

Vernonia, nordamericanische ausdauernde Sträucher mit zerstreuten oder opponirten Blättern.

Tribus 2. Eupatoriaceae. Meist mit Strahlblüthen. Griffel der Zwitterblüthen mit langen cylindrischen Narbenästen, welche die bis über die Mitte herablaufenden Papillen auf ihrer Aussenseite tragen.

Eupatorium cannabinum, Petasites officinalis, Tussilago farfara Huflattich, an Flussufern, Gebüsch.

Tribus 3. Asteroideae. Meist mit Strahlblüthen. Griffel der Zwitterblüthen cylindrisch, Narbenäste auswendig fast flach, bis an die Basis mit Papillen besetzt.

Aster in vielen, nordamerikanischen Arten cultivirt, ebenso *Callistephus chinensis*, gewöhnlich Aster genannt; *Erigeron acer*, *canadensis* gemein an Wegen; *Bellis perennis*, Gänseblümchen, auf Wiesen überall. — Die Wurzel von *Inula Helenicum* ist officinell.

Tribus 4. Senecionideae. Meist mit Strahlblüthen; Griffel der Zwitterblüthen cylindrisch, Narbenäste an der Spitze mit einem Pinsel versehen, oft noch darüber hinaus in ein Anhängsel verlängert.

Senecio vulgaris, *Jacobaea*, gemein auf Aeckern, an Wegen. — *Arnica montana*, Wurzel und Blüthen sind officinell. — *Artemisia Absinthium*, Wermuth, und *A. vulgaris* sind officinell; von einer orientalischen *Artemisia* stammen die Flores Cinae, Wurmsame. — *Chrysanthemum Leucanthemum*, Wucherblume, überall auf Wiesen. — *Matricaria Chamomilla*, wilde Kamille, häufig an Wegen, Aeckern. — *Anthemis nobilis*, ächte, römische Kamille, in Südeuropa, die Blüthenköpfe sind officinell; ähnlich ist *A. arvensis* in Feldern. — *Achillea Millefolium*, Schafgarbe. — *Tanacetum vulgare* Rainfarn, officinell. — Von *Pyrethrum*-Arten stammt das Insectenpulver, bestehend aus den kleinen Blüthen des Mittelfeldes. — *Helianthus annuus*, Sonnenrose, aus den Samen wird das Oel durch Auspressen gewonnen; die inulinreichen Knollen von *H. tuberosus* werden als Nahrungsmittel und Viehfutter verwendet.

Tribus 5. Cynareae. Köpfchen ohne Strahl, die Randblüthen grösser als die mittleren, aber röhrig und fünfzählig. Griffel der Zwitterblüthen oben keulig verdickt.

Lappa maior, *minor*, *tomentosa*, Klette, überall an Wegen, liefern die officinelle *Radix Bardanae*. — *Carduus nutans* und *acanthoides*, Distel, sehr häufige Unkräuter. — *Cirsium lanceolatum*, ebenso, *C. palustre*, *oleraceum*, *rivulare* und andere Arten, Wiesendistel an feuchten Orten. — Von *Carlina acaulis*, Wetterblume, deren trockene Hüllblätter sich in Folge von Befeuchtung über dem Köpfchen zusammenlegen, ist die Wurzel officinell. — *Centaurea Scabiosa*, Jacea, Flockenblume, überall auf Wiesen, *C. Cyanus*, Kornblume, unter dem Getreide. — *Cynara Scolymus*, Artischocke; die jungen Köpfe werden gegessen. — *Carthamus tinctorius*, Saflor, findet in der Färberei Anwendung; die Blüthen dienen auch zur Verfälschung des Safrans.

Unterfamilie II. Labiatiflorae. Krone der Zwitterblüthen zweilippig, die der männlichen und weiblichen zungenförmig oder zweilippig. Südamerika.

Unterfamilie III. Liguliflorae. Alle Blüthen zungenförmig, hermaphrodit. Blätter zerstreut. Milchsaft.

Taraxacum officinale, Löwenzahn, die gemeinste der einheimischen Pflanzen; die Wurzel ist officinell. — *Lactuca sativa*, Kopfsalat; von *L. scariola*, *virosa* u. a. ist der Milchsaft officinell. — *Scorzonera hispanica*, Schwarzwurzel. — *Tragopogon orientalis* und *pratensis*, Bocksbart, häufig auf Wiesen. — *Cichorium Intybus*, die Wurzel ist officinell, dient geröstet auch als Kaffeesurrogat; *C. Endivia*, Endivie, wird als Salat gegessen.

Register.

- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Abies 136. | Alismaceen 129. 163. | Anis 207. |
| Abietineen 135. | Alkaloide 49. 53. | Anisocarpeae 183. 218. |
| Abortus 146. | Allium 172. | Annulus 118. 122. |
| Absorbirte Nährstoffe 55. | Alnus 185. | Anorganische Stoffe 48. |
| Abutilon 202. | Aloë 171. 173. | Anthela 158. |
| Acacia 214. | Alpenrose 217. | Anthemis 227. |
| Acajouholz 201. | Alpinia 174. | Anthere 139. |
| Acanthaceae 221. | Alsine 198. | Antheridien 85. 87. 88. 92. |
| Acanthus 221. | Alsineae 198. | 104. 113. |
| Acer 205. | Alsophila 119. | Anthoceros 108. |
| Acerineae 204. | Alströmeria 173. | Anthoceroteae 108. |
| Achene 154. | Alterniren 45. | Anthriscus 207. |
| Achillea 227. | Althaea 202. | Antirrhinum 221. |
| Achimenes 222. | - , Pollenbildung 13. | Apetal 180. |
| Achlya, Schwärmsporenbil- | Aluminium 50. | Apfel 153. 213. |
| dung 13. | Alyssum 194. | Aphanocyclicae 181. 190. |
| Achselknospen 35. 36. | Amarantaceae 197. | Apium 207. |
| Aconitum 191. | Amarantus 197. | Apocyneae 219. |
| Acoroideae 165. | - , Farbstoff d. Blätter 9. | Apostasiae 177. |
| Acorus 165. | Amaryllideae 172. | Apothecium 100. |
| Acrocarpische Moose 112. | Amaryllis 173. | Apricose 214. |
| Acropetale Anordnung 33. | Amentaceae 181. 185. | Aquilegia 191. |
| Actaea 192. | Amentum 158. | Arabideae 194. |
| Aculei 41. | Americanische Linde 221. | Arabisches Gummi 53. 214. |
| Acyclicae 182. 209. | Ammoniak 53. | Araceen 165. |
| Acyclisch 145. | Amöbenartige Bewegung 7. | Arachis 215. |
| Adernetz der Blätter 22. | Amomum 175. | Aralia 179. |
| Adlerfarn 119. | Ampelideae 206. | Araliaceae 208. |
| Adoxa 208. | Ampelopsis 206. | Araucaria 136. |
| Adventive Bildungen 33. | Ampfer 196. | Araucarieae 135. |
| Aecidium 93. | Amphigastrien 108. | Arbutus 217. |
| Aegopodium 207. | Amygdaleae 214. | Archegonium 104. 113. 132. |
| Aehrchen 157. 167. | Amygdalus 178. 214. | Archidium 111. |
| Aehre 156. | Amylum 9. | Arctostaphylos 217. |
| Aesculinae 182. 204. | Anagallis 145. 216. | Arcyria 103. |
| Aesculus 205. | Anagyris 215. | Arenaria 198. |
| Aethalium 102. | Anamirta 192. | Arillus 129. |
| Aethusa 208. | Ananassa 174. | Arista 167. |
| Agaricus 80. 94. 95. | Ananassinae 162. 174. | Aristolochia 151. 187. |
| Agave 173. | Anatrophe Samenknospen | Aristolochieae 187. |
| Aggregatae 183. 223. | 128. | Armeria 216. |
| Agrimonia 214. | Anchusa 220. | Arnica 227. |
| Agrostemma 198. | Andreaea 110. | Aroideae 164. |
| Ahorn 205. | Andreaeaceae 110. | - Blätter 161. |
| - , Zucker 11. | Andröceum 129. 139. | - Luftwurzeln 34. |
| Ailanthus 204. | Andropogoneae 168. | Arrhenatherum 168. |
| Aira 168. | Anemone 139. 191. | Arrowroot 175. |
| Aiuga 223. | Anemoneae 191. | Art 78. |
| Aklei 191. | Anethum 207. | Artemisia 227. |
| Alchemilla 214. | Aneura 109. | Artischocke 227. |
| Aldrovanda 200. | Angelica 207. | Artocarpus 184. |
| Algen 77. 80. | Angiopteris 119. | Arum 165. |
| - , Farbstoffe 9. | Angiospermen 78. 130. 137. | Arundinaceae 168. |
| Alisma 163. | Angustilseptae 194. | Asa foetida 208. |

- Asarum 187.
 Asche 49.
 Asclepiadeae 219.
 Asclepias 219.
 Ascogon 97.
 Ascomyceten 90. 97.
 Ascosporen 89. 97.
 Ascus 14. 89.
 Asparageae 172.
 Asparagin 49. 51.
 Asparagus 172.
 Aspergillus 96. 97.
 Asperifoliae 220.
 Asperula 223.
 Aspidium 117. 119.
 Asplenium 119.
 Assimilation 50. 72.
 Ast 37.
 Aster 227.
 Asteroideae 227.
 Astragalus 215.
 Asymmetrisch 148.
 Athemböhle 19.
 Athmung 56.
 Atropa 220.
 Atrope Samenknospen 127.
 Aufnahme der Nährstoffe 55.
 Augentrost 221.
 Aurantieae 201.
 Ausläufer 37.
 Aussenkelch 139.
 Autor 79.
 Auxosporen 83.
 Avena 168.
 Avenaceen 168.
 Axe 35.
 Axenbürtige Samenknospen 144.
 Bacca 155.
 Bacterium 90.
 Bälglein 167.
 Balanophora 188.
 Balanophoreae 181. 188.
 Baldrian 224.
 Balg 167.
 Balgfrucht 154.
 Balsam 31.
 Balsamineae 203.
 Bambusa 168.
 Banane 174.
 Barbula 112.
 Barosma 204.
 Baryum 50.
 Basidie 89. 94.
 Basidiomyceten 90. 94.
 Bast 26.
 Bastard 152.
 Bastfasern 3. 23.
 Bastkörper 22.
 Batatas 219.
 Batrachospermum 87.
 Bauchnath 143.
 Baum 130.
 Baumbart 101.
 Baumfarne 34. 117. 119.
 Baumwolle 20. 202.
 Baustoffe 51.
 Beere 155.
 Befruchtung 74. 152.
 Begonia 11. 179. 209.
 Begoniaceae 209.
 Bellis 227.
 Benediktenwurz 213.
 Benzoin 217.
 Berberideae 193.
 Berberis 69. 193.
 Bergenia 208.
 Bertholletia 212.
 Bestäubung 148.
 Beta 197.
 Betula 185.
 Betulaceae 185.
 Bewegungen des Protoplasmas 7.
 Bicornes 182. 217.
 Bierhefe 91.
 Bignoniaceae 221.
 Bilateralität 66.
 Bilsenkraut 220.
 Binse 169. 170.
 Birke 185.
 Birnbaum 213.
 Bixa 199.
 Bixaceae 199.
 Blättchen 40.
 Blasia 109.
 Blatt 32. 35. 37. 38.
 Blattdornen 41.
 Blattformationen 38.
 Blattnerven 38.
 Blattranken 41.
 Blattrosetten 35.
 Blattspur 35.
 Blattstellung 44.
 Bleichsucht 53.
 Blendling 152.
 Blitum 197.
 Blitzschläge 74.
 Blüthe 36. 126. 129.
 Blütenboden 137. 224.
 Blütenfarben 9. 11.
 Blütenformeln 146.
 Blütenhülle 129. 138.
 Blütenstände 156.
 Blütenstaub 75. 126. 141.
 Blütenstiel 138.
 Blumenkohl 194.
 Blüten der Reben und Bäume 60.
 Bocksbart 227.
 Böhmeria 184.
 Bohne 69. 215.
 Bohnenkraut 223.
 Boletus 94. 95.
 Boragineae 220.
 Borago 220.
 Borke 21.
 Borneokampfer 201.
 Bostryx 158.
 Botrychium 120.
 Brachypodium 168.
 Brachythecium 112.
 Bracteae 38.
 Brandpilze 92.
 Brassica 194.
 Brassiceae 194.
 Brayera 212.
 Brechnuss 219.
 Brennhaare 21.
 Brennessel 184.
 Briza 168.
 Brodbaum 184.
 Brom 49. 55.
 Brombeere 213.
 Bromeliaceae 174.
 Bromus 168.
 Broussonetia 184.
 Brunnkresse 194.
 Brutknospen 36. 106.
 Bryinae 111.
 Bryonia 225.
 Buccoblätter 204.
 Buche 186.
 Buchweizen 196.
 Bulbus 37.
 Butomus 163.
 Butterblume 191.
 Buxineae 196.
 Buxus 196.
 Cabombeae 190.
 Cacao 202.
 Cacteae 209.
 - Stämme 37.
 Caeoma 94.
 Caesalpinia 215.
 Caesalpinieae 214.
 Cajaputöl 212.
 Calabarbohne 215.
 Calcium 49. 54.
 Calicanthus 138.
 Calicinisch 138.
 Calicosae 182. 210.
 Caliculus 139.
 Calix 138.
 Calla 165.
 Calleae 165.
 Callistephus 227.
 Callithamnion 88.
 Callitriche 189.
 Callitrichineae 189.
 Callitris 137.
 Calluna 217.
 Calothamnus 212.
 Caltha 191.
 Calyptra 105.
 Calystegia 219.
 Cambium 23.
 Cambiumring 25. 134. 179.
 Camellia 201.

- Campanula 29. 225.
 Campanulaceae 225.
 Campecheholz 215.
 Camphora 192.
 Campylotrope Samenknos-
 pen 128.
 Cannabineae 184.
 Cannabis 185.
 Canna 175.
 Cannaceae 175.
 Cantharellus 95.
 Capillitium 96. 102.
 Capitulum 157.
 Capparideae 195.
 Capparis 195.
 Caprifoliaceae 224.
 Capsella 194.
 Capsicum 220.
 Capsula 154.
 Cardamomen 175.
 Carduus 227.
 Carex 169.
 Carica 200.
 Caricineae 169.
 Carlina 227.
 Carpell 126. 141.
 Carpellbürtige Samenknos-
 pen 144.
 Carpinus 185.
 Carpophorum 207.
 Carthamus 227.
 Carum 207.
 Caruncula 195.
 Caryophyllinae 182. 197.
 Caryophyllus 212.
 Caryopse 154.
 Cassia 214.
 Castanea 186.
 Casuarineae 187.
 Catalpa 221.
 Catechu 214.
 Caulerpa 85.
 Ceder 136.
 Cedernholz 201.
 Cedrela 201.
 Cedrus 136.
 Celastrineae 206.
 Cellulose 4. 5. 48. 51.
 Celosia 197.
 Celtideae 184.
 Celtis 184.
 Centaurea 227.
 - Bewegung der Staub-
 fäden 69.
 Centradenia 212.
 Centrifugalkraft 66.
 Centrospermae (Monocot.)
 161. 162.
 Centrospermae (Dicotyl.)
 182. 195.
 Cephaelis 223.
 Cephalanthera 176.
 Cephalotaxis, Krystalle 11.
 Ceramium 88.
 Cerastium 198.
 Ceratodon 112.
 Ceratonia 214.
 Ceratophylleae 189.
 Ceratophyllum 189.
 Cereus 209.
 Ceroxylon 19.
 Cetraria 101.
 Chamaerops 166.
 Champignon 94.
 Chara 86.
 Characeae 81. 86.
 Cheiranthus 194.
 Chelidonium 193.
 Chemische Wirkungen des
 Lichts 72.
 Chenopodieae 197.
 Chenopodium 197.
 Chinarinde 223.
 Chlamydococcus 84.
 Chlor 49. 54.
 Chloranthaceae 183.
 Chlorophyll 8.
 - Verhalten in der Kälte
 72.
 Chlorophyllbildung 72.
 Chlorophyllkörner 8. 50.
 - Bewegung 72.
 Chlorophyllkörper 8. 9.
 Chlorotische Pflanzen 53.
 Chondrus 88.
 Christophskraut 192.
 Chroococcus 82.
 Chroolepus 99.
 Chrysanthemum 227.
 Chrysomyxa 94.
 Cichorium 227.
 Cicuta 207.
 Cina 227.
 Cinchona 223.
 Cinnannus 158.
 Cinnamomum 192.
 Circaea 211.
 Circulation 7.
 Cirrhus 37.
 Cirsium 152. 227.
 Cistineae 199.
 Cistus 199.
 Citrone 155. 201.
 - Öldrüsen 30.
 Citrullus 225.
 Citrus 201.
 Cladonia 101.
 Cladophora 84.
 Claviceps 98.
 Clematideae 191.
 Clematis 191.
 Closterium 83.
 Clusiaceae 200.
 Coca 201.
 Coccus 192.
 Cochenille 209.
 Cochlearia 194.
 Cocos 165.
 Coffea 224.
 Colchicum 170.
 Coleochaetaceen 81. 86.
 Coleochaete 86.
 Collema 100. 101.
 Collenchym 28.
 Colocasia 165.
 Colombowurzel 192.
 Coloquinte 225.
 Columella 106.
 Columnea 222.
 Columniferae 182. 202.
 Commelina 170.
 Commelynaceae 170.
 Compositae 225.
 - Harzgänge 31.
 Conferveae 84.
 Conidien 89. 96. 97.
 Coniferae 132. 134.
 Conjugaten 81. 82.
 Conjugation 12. 74.
 Conium 207.
 Connectiv 139.
 Contortae 183. 218.
 Convallaria 172.
 Convolvulaceae 219.
 Convolvulus 219.
 Copaifera 214.
 Copulation 12.
 Corallina 88.
 Corallorrhiza 176.
 Coriandrum 207.
 Cormophyten 78.
 Corneae 207.
 Cornus 207.
 Corolla 138.
 Corolliflorae (Monocot) 161.
 170.
 Corolliflorae (Dicotyl.) 182.
 211.
 Corollinisch 138.
 Corpuscula 128. 132.
 Corydalis 194.
 Coryleae 185.
 Corylus 185.
 Corymbus 158.
 Cosmarium 83.
 Costae 207.
 Cotyledonen 38. 129.
 Crassulaceae 208.
 Crocus 173.
 Croton 196.
 Cruciferae 194.
 Cruciflorae 181. 193.
 Cucumis 225.
 Cucurbita 225.
 Cucurbitaceae 225.
 Cuminum 307.
 Cuphea 211.
 Cupressineae 136.
 Cupressus 137.

- Cupula 153. 185.
 Cupuliferae 186.
 Curare 219.
 Curcuma 175.
 Cuscuta 220.
 - Saugwurzeln 34.
 Cuscutaeae 220.
 Cuticula 19.
 Cuticularisierung 6.
 Cyathea 119.
 Cyatheaceae 119.
 Cyathium 195.
 Cycadeae 132.
 Cycas 133.
 Cyclamen 216.
 Cyclantheae 166.
 Cyclisch 145.
 Cyclus 45. 137.
 Cydonia 213.
 Cyma 158.
 Cymöse Verzweigung 42.
 158.
 Cynara 227.
 Cynareae 227.
 Cynoglossum 220.
 Cynomorium 188.
 Cyperaceae 169.
 Cypereae 169.
 Cyperus 169.
 Cypresse 137.
 Cypripedium 175. 176.
 Cystocarpium 88.
 Cystopus 92.
 Cystosira 88.
 Cytineae 188.
 Cytinus 188.
 Dactylis 168.
 Dahlia, knollige Wurzeln 34.
 Dammara 136.
 Danaea 119.
 Daphne 210.
 Dattel 155. 159.
 Dattelpalme 166.
 Datura 220.
 Daucus 207.
 Dauergewebe 17.
 Deckblatt 36. 38.
 Deckspelze 167.
 Decussirte Stellung 46.
 Dédoublement 146.
 Degradationsproducte 53.
 Dehiscenz 154.
 Delesseria 88.
 Delphinium 191.
 Desmidiaceae 83.
 Deutzia 212.
 Diadelphie 140.
 Diagonale Stellung 162.
 Diagramm 45. 146.
 Diandrae 183. 218.
 Dianthus 198.
 Diatomeen 83.
 Dichasium 158.
 Dichogamie 149.
 Dichotomie 42.
 - falsche 43.
 Dickenwachsthum 24.
 - der Zellhaut 4.
 Diclinische Blüten 130.
 Diclytra 194.
 Dicotyledonen 78. 130. 177.
 - Fibrovasalstränge 24.
 Dicranum 112.
 Dictamnus 204.
 - Drüsen 30.
 Didymium 103.
 Didynome Staubfäden 141.
 Digitalis 221.
 Dill 207.
 Dimorphismus 150.
 Diöcische Blüten 130.
 Dion 133.
 Dionaea 200.
 Dioscorea 173.
 Dioscoreae 173.
 Diospyrinae 182. 216.
 Diospyros 216.
 Dipsaceae 224.
 Dipsacus 224.
 Dipteris 215.
 Dipterocarpeae 201.
 Discomyceten 99.
 Discophorae 182. 207.
 Discus 145.
 Distel 227.
 Divergenz 45.
 Döldchen 157. 158.
 Dolde 157. 158.
 Doldengewächse 207.
 - hohle Stengel 16.
 - Harzgänge 31.
 Dornen 37.
 Draba 194.
 Dracaena 160. 172.
 Drachenblut 172.
 Drepanocarpus 215.
 Drosera 200.
 Droseraceae 199.
 Drüsen 30.
 Drüsenhaar 20.
 Drupa 155.
 Dryas 213.
 Dryadeae 213.
 Dryobalanops 201.
 Ebenaceae 217.
 Ebenholz 217.
 Ebenstrauß 158.
 Echinocactus 209.
 Echinopsis 209.
 Echium 220.
 Ectocarpus 88.
 Edeltanne 135. 136.
 Eibe 134.
 Eibisch 202.
 Eiche 186.
 - Borke 21.
 Eichel 153.
 Einbeere 172.
 Einbrüderige Staubfäden
 140.
 Eingeschlechtige Blüten
 130.
 Einhäusige Blüten 130.
 Einjährige Pflanzen 130.
 Eisen 49. 53.
 Eisenhut 191.
 Eisenkraut 223.
 Eiweissstoffe 48. 51.
 Eizelle 12. 75. 104. 113. 126.
 128. 132. 152.
 Elaeagneae 210.
 Elaeagnus 210.
 Elaeis 166.
 Elateren 106.
 Elatineae 200.
 Electricität 74.
 Elemiharz 204.
 Eleutheropetal 138.
 Eleutheropetalae 181. 195.
 Eleutherophyll 138.
 Eleutherosepal 138.
 Elfenbein, vegetabilisches
 166.
 Elodea 164.
 Embryo 75. 126. 128.
 Embryosack 128. 152.
 Embryoträger 128.
 Empetreae 206.
 Empetrum 206.
 Empirisches Diagramm 146.
 Enantioblastae 161. 169.
 Endivia 227.
 Endocarp 153.
 Endogen 33.
 Endosperm 12. 115. 125.
 126. 129. 132. 152.
 Endosporium 106.
 Engelsüss 119.
 Enteromorpha 84.
 Entstehung der Zellen 11.
 Enzian 219.
 Epacrideae 217.
 Ephedra 137.
 Ephemerum 111.
 Epheu 208.
 - Harzgänge 30.
 Epicarp 153.
 Epicotyles Glied 129.
 Epidermis 18.
 Epigyne Blüte 143.
 Epigynae 183. 223.
 Epilobium 211.
 Epipactis 151. 176.
 Epipogon 176.
 Equisetinae 77. 116. 122.
 Equisetum 122.
 Erbse 215.
 Erdbeere 213.
 Erdmandel 215.
 Erdrauch 194.
 Erfrieren 71.
 Ergrünen 72.

- Erica 217.
 Ericaceae 217.
 Erigeron 227.
 Eriocauloneen 170.
 Eriophorum 169.
 Erle 185.
 Erodium 203.
 Erschütterungskrümmung 64.
 Ervum 215.
 Erysimum 194.
 Erysiphe 98.
 Erysipheae 97.
 Erythraea 219.
 Erythroxyloae 201.
 Erythroxyton 201.
 Esche 218.
 Esparsette 215.
 Espe 186.
 Etiolierte Pflanzen 65.
 Euastrum 83.
 Eucalyptus 212.
 Eucyclicae 182. 199.
 Eucyclisch 145.
 Eugenia 212.
 Eupatoriaceae 226.
 Eupatorium 226.
 Euphorbia 29. 195. 196.
 Euphorbiaceae 195.
 Euphorbium 196.
 Euphrasia 221.
 Eurhynchium 112.
 Eurotium 96.
 Evernia 101.
 Evonymus 206.
 Exine 127.
 Exogen 33.
 Exosporium 106.
 Fächer des Fruchtknotens 143.
 Fächerpalme 166.
 Fächerung der Zellen 11.
 Fagus 186.
 Fahne 215.
 Familien 78.
 Farbstoffe 9. 11. 53.
 Farne 116.
 - Fibrovasalstränge 23.
 Farsetia 194.
 Faserstränge 22.
 Fatsia 208.
 Fäulnisbewohner 88.
 Fegatella 109.
 Fehlschlagen 116.
 Feige 184.
 Fenchel 207.
 Fernambuchholz 215.
 Festuca 168.
 Festucaceae 168.
 Fette 51.
 Feuchtigkeit 64.
 Feuerlilie 172.
 Fibrovasalstränge 22.
 Fibrovasalsystem 18. 22.
 Ficaria 191.
 Fichte 186.
 Ficus 184.
 - , mehrschichtige Epi-
 dermis 19.
 Fieberklee 219.
 Filament 139.
 Filices 115. 116.
 Filicinae 77. 115. 116.
 Fingerhut 221.
 Flachs 203.
 Flächenständige Samen-
 knospen 144.
 Flächenwachsthum d. Zell-
 haut 4.
 Flechten 99.
 - , Krystalle 11.
 Flieger 218.
 Fliegenfalle 200.
 Fliegenschwamm 95.
 Flockenblume 227.
 Florideen 81. 87.
 Flüchtige Öle 53.
 Flügel 205. 215.
 Fluor 50.
 Föhre 186.
 Föniculum 207.
 Foliolum 10.
 Foliose Lebermoose 107.
 109.
 Folium 38.
 Folliculus 154.
 Fontinalis 112.
 - Stammscheitel 31.
 Fortpflanzung 34.
 Fragaria 213.
 Frangulinae 182. 205.
 Frauenschuh 176.
 Fraxinus 218.
 Freie Zellbildung 12.
 Fremdbestäubung 148.
 Fritillaria 172.
 Frondose Lebermoose 107.
 109.
 Froschbiss 164.
 Froschlöffel 163.
 Frucht 127. 152.
 - der Rhizocarpeen 121.
 Fruchtblätter 126.
 Fruchtknoten 126. 141.
 Fruchtkörper 90. 94. 96. 97.
 Fruchtträger 91.
 Frühjahrsholz 26.
 Frullania 109.
 Fuchsia 211.
 Fucoideen 88.
 Fucus 87. 88.
 Füllgewebe 28.
 Fumaria 194.
 Fumariaceae 193.
 Funaria 112.
 Fungi 88.
 Funiculus 127.
 Fussstück 42.
 Gabelzweige 42.
 Gährungspilze 91.
 Gänseblümchen 227.
 Galactodendron 184.
 Galanthus 173.
 Galbanum 208.
 Galgantwurzel 174.
 Galium 223.
 Gallertflechten 100.
 Gamopetal 138.
 Gamopetalae 182. 215.
 Gamophyll 138.
 Gamosepal 138.
 Gastromyceten 96.
 Gattung 78.
 Geaster 96.
 Gefäß 4. 16. 23.
 Gefäßartige Holzzellen 26.
 Gefäßbündel 22.
 Gefäßbündelscheide 28.
 Gefäßkryptogamen 77. 113.
 Gefäßpflanzen 78.
 Gefüllte Blüten 141.
 Gekrümmte Samenknospen
 128.
 Gelbe Rübe 207.
 Gemeinsame Stränge 35.
 Gemeinsame Wandung der
 Gewebezellen 15.
 Generationswechsel 75.
 Genetische Spirale 45.
 Genista 215.
 Gentiana 219.
 Gentianeae 218.
 Genus 78.
 Georginen 27.
 Gerade Samenknospen 127.
 Geranium 203.
 Geraniaceae 202.
 Gerbstoffe 53.
 Germen 141.
 Gerste 168.
 - Stärke 10.
 Geschlechtliche Fortpflan-
 zung 74.
 Geschlossene Fibrovasal-
 stränge 23.
 Gesneraceae 222.
 Getreide 168.
 Getüpfelte Gefäße 23.
 Geum 213.
 Gewebe 1. 14.
 Gewebeformen 17.
 Gewebesysteme 18.
 Gewürznelken 212.
 Ginster 215.
 Gladiolus 173.
 Glechoma 223.
 Gleditschia 214.
 Gleichenia 118.
 Gleicheniaceae 118.
 Glieder des Pflanzenkörpers
 32.
 Globoide 8.

- Globularia 223.
 Globularieae 223.
 Glockenblume 225.
 Gloeocapsa 82.
 Glomerulus 158.
 Glumaceae 164. 166.
 Glumae 167.
 Glycyrrhiza 245.
 Gnetaceae 132. 137.
 Goldlack 194.
 Gonidien 99.
 Gossypium 20. 202.
 Gräser 166.
 - hohle Stengel 16.
 - Kieselsäure 6.
 Gramineae 166.
 Granatapfel 242.
 Granne 167.
 Granulose 9.
 Graphideae 104.
 Graphis 104.
 Grasährchen 157. 167.
 Grasähre 157. 167.
 Grasrispe 168.
 Grevillea 244.
 Griffel 142. 144.
 Grimmia 112.
 Grossularieae 208.
 Gruinales 182. 202.
 Grundgewebe 18. 28.
 Grundspirale 45.
 Guajacum 203.
 Guarana 205.
 Gummi 53.
 Gummi Ammoniak 208.
 Gummibaum 184.
 Gummigänge 30.
 Gummi Gutti 200.
 Gummiharz 34.
 Gurke 225.
 Guttapercha 247.
 Guttiferae 182. 200.
 Gymnadenia 176.
 Gymnospermen 78. 130.
 131.
 Gymnostomum 114.
 Gynaecium 129. 144.
 Gynandrae 162. 175.
 Gynostemium 175.
 Haar 20. 32. 41.
 Haematoxylon 245.
 Hafer 168.
 Haidekraut 217.
 Hainbuche 185.
 Halbgräser 169.
 Halm 166.
 Halorrhagideae 211.
 Hanf 185.
 Hartriegel 218.
 Harzgänge 30.
 Haselnuss 154. 185.
 Hauptwurzel 34. 129.
 Hausschwamm 95.
 Hauswurz 209.
 Hautschicht des Proto-
 plasmas 6.
 Hautsystem 18.
 Hebenstreitia 223.
 Hebradendron 200.
 Hedera 208.
 Hedysarum 69.
 Heidelbeere 246.
 Helianthemum 199.
 Helianthus 227.
 Heliotropismus 65.
 Helleboreae 194.
 Helleborus 194.
 Helobiae 164. 162.
 Helosis 188.
 Hemicyclisch 145.
 Hepaticae 77. 107.
 Heracleum 207.
 Herbstholz 26.
 Herbstzeitlose 170.
 Hermaphrodite Blüten 129.
 Herniaria 198.
 Herpothamnium 86.
 Heteröcie 94.
 Heteromerische Flechten 99.
 Heterospore Gefässkrypto-
 gamen 115. 116.
 Heterostylie 150.
 Hibiscus 202.
 Himbeere 213.
 Hippocastaneae 205.
 Hippophae 210.
 Hippurideae 189.
 Hippuridinae 181. 189.
 Hippuris 189.
 Hirschzunge 119.
 Hochblätter 38.
 Hohle Stengel 16.
 Holler 218. 224.
 - Farbstoff 11.
 Hollunder 224.
 Holosteam 198.
 Holz 22. 25.
 Holzfasern 23.
 Holzkörper 22.
 Holzparenchym 23.
 Holzröhren 23.
 Holzzellen 3. 6. 23.
 Homoeomerische Flechten
 99.
 Honigthau 99.
 Hopfen 185.
 Hordeaceae 168.
 Hordeum 168.
 Hortensie 208.
 Hoya 219.
 Hüllchen 158.
 Hülle 158.
 Hüllkelch 157.
 Hülse 154.
 Huflattich 226.
 Humulus 185.
 Humusbewohner 51.
 Hundspetersilie 208.
 Hutpilze 94.
 Hyacinthus 171.
 Hybride Pflanzen 152.
 Hydnora 188.
 Hydnoneae 188.
 Hydrangea 208.
 Hydrocharideae 161. 164.
 Hydrocharis 164.
 Hydrodictyeae 84.
 Hylocomium 112.
 Hymenium 89. 94.
 Hymenomyceten 94.
 Hymenophyllaceae 118.
 Hymenophyllum 118.
 Hyoscyamus 220.
 Hypericineae 200.
 Hypericum 200.
 Hyphen 89.
 Hypnum 112.
 Hypocotyles Glied 129.
 Hypoderma 28.
 Hypogyne Blüten 142.
 Hypogynae 183. 218.
 Jahresringe 26.
 Jalapa 197. 219.
 Jasmineae 218.
 Jasminum 218.
 Ilex 206.
 Illicineae 206.
 Illecebrum 198.
 Illicium 192.
 Immergrün 219.
 Impatiens 203.
 Imperatoria 207.
 Indigo 195.
 Indusium 117.
 Inflorescenz 156.
 Infusorienerde 84.
 Ingwer 174.
 Insectenpulver 227.
 Insertion des Blattes 35.
 Integumente 127.
 Intercellularräume 16.
 Internodien 35. 63.
 Interponirte Kreise 146.
 Intine 127.
 Inula 227.
 Inulin 11. 51.
 Involucellum 158.
 Involucrum 104. 157.
 Jod 49. 55.
 Johannisbeere 209.
 Johannisbrod 214.
 Ipecacuanha 223.
 Iriseae 173.
 Iris 173.
 Isatis 195.
 Isländisches Moos 101.
 Isnardia 211.
 Isocarpeae 182. 215.
 Isoeteae 114. 115. 116.
 Isoetes 116.
 Isonandra 217.

- Isospore Gefäßkryptogamen 115. 116.
 Juglandae 186.
 Juglans 186.
 Juliflorae 181. 183.
 Juncaceae 170.
 Juncagineae 163.
 Juncus 170.
 Jungermannia 109.
 Jungermannieae 109.
 Juniperus 137.
 Kätzchen 158. 185.
 Kaffeebaum 224.
 Kaiserkrone 172.
 Kalium 49. 54.
 Kalksalze 54.
 Kamille 227.
 Kammern d. Fruchtknotens 143.
 Kampf 192. 201.
 Kanalzellen 104. 113.
 Kapern 195.
 Kapsel 154.
 Kapuzinerkresse 203.
 Kartoffel 28. 220.
 - Stärke 10.
 - -Krankheit 92.
 Kastanie 154. 186.
 Kaulfussia 119.
 Kautschuk 29. 196.
 Keim 75.
 Keimblätter 38. 129.
 Keimwurzel 129.
 Kelch 138.
 Kern 2. 6. 127.
 Kernkörperchen 6.
 Kernpilze 98.
 Kiefer 136.
 - Borke 21.
 Kieselguhr 84.
 Kieselsäure 6. 54.
 Kinogummi 215.
 Kirsche 214.
 - , Farbstoff 11.
 Kirschgummi 53.
 Kirschlorbeer 214.
 Klappen 167.
 Klappenspaltig 155.
 Klausen 143.
 Klette 227.
 Kletterwurzeln 34.
 Klopstockia 49.
 Knäuel 158.
 Knäuelgras 168.
 Knautia 124.
 Knoblauch 172.
 Knollen 37.
 Knospe 35.
 Knospenkern 127.
 Knospenlage 36.
 Knospenschuppen 38.
 Knoten 35.
 Kockelskörner 192.
 Köpfchen 157.
 Kohl 194.
 Kohlensäureaufnahme 50.
 Kohlenstoff 49. 50.
 Kohlrübe 194.
 Kolben 157.
 Kopfsalat 227.
 Koriander 205.
 Kork 21.
 Kornblume 227.
 Kräuter 130.
 Krameria 205.
 Krapp 223.
 Kreise der Blüthe 137.
 Kreuzung 151.
 Krone 138.
 Krustenflechten 101.
 Kryptogamen 78.
 Krystalle 10.
 Krystalloide 7.
 Küchenzwiebel 172.
 Kümmel 207.
 Künstliche Systeme 76.
 Kürbis 155. 225.
 Kuhbaum 184.
 Kupfer 50. 55.
 Labellum 175.
 Labiatae 222.
 Labiatiflorae 183. 220. 227.
 Lacmus 101.
 Lactuca 227.
 Lacunen 16.
 Lärche 136.
 Laichkraut 162.
 Lamina 39.
 Laminaria 88.
 Lamium 222. 223.
 Lappa 227.
 Larix 136.
 Lateralschnitt 147.
 Lathraea 221.
 Lathyrus 215.
 Latiseptae 194.
 Laubblätter 38.
 Laubflechten 101.
 Laubmoose 77. 107. 110.
 Lauch 172.
 Laurineae 192.
 Laurus 192.
 Lavandula 223.
 Lavendel 223.
 Lebensbaum 137.
 Lebermoose 77. 107.
 Lecanora 101.
 Legföhre 136.
 Legumen 154.
 Leguminosae 182. 214.
 Leimzotten 30.
 Lein 203.
 Leinsamen 6. 203.
 Lemna 162.
 Lemnaceae 162.
 Lentibularieae 216.
 Leonurus 222.
 Leptogium 100.
 Leuchten 57.
 Leucobryum 112.
 Leucodon 112.
 Leucojum 173.
 Levkoje 194.
 Lichtwirkungen 72.
 - auf das Wachsthum 63.
 Liebesapfel 220.
 Ligeria 222.
 Ligula 41.
 Liguliflorae 227.
 Ligustrum 218.
 Liliaceae 170.
 Liliiflorae 162. 170.
 Lilium 172.
 Linaria 221.
 Linde 202.
 - , Bast 27.
 Lineae 203.
 Linnaea 224.
 Linné 76.
 Linse 2. 5.
 Linum 203.
 Liriodendron 192.
 Lithium 49. 55.
 Lithospermum 220.
 Litorella 216.
 Livistona 166.
 Lobelia 225.
 Lobeliaceae 225.
 Loculicid 155.
 Löffelkraut 194.
 Löwenmaul 221.
 Löwenzahn 29. 227.
 Loganiaceae 219.
 Lohblüthe 102.
 Lolch 168.
 Lolium 168.
 Lomentaceae 195.
 Lonicera 224.
 Lophophytum 188.
 Loranthaceae 189.
 Lorbeer 192.
 Lotosblume 190.
 Lotus 215.
 Lucuma 217.
 Luftlücken 16.
 Lufträume 61.
 - der Wasserpflanzen 75.
 Luftwurzeln 34.
 Lupinus 215.
 Luzerne 215.
 Luzula 170.
 Lychnis 198.
 Lycoperdon 96.
 Lycopersicum 220.
 - Farbstoff der Frucht 9.
 Lycopodieae 116. 123.
 Lycopodinae 77. 116. 123.
 Lycopodium 124.
 Lycopsis 200.
 Lygodium 118.
 Lythrarieae 211.
 Lythrum 211.

- Macrocystis** 88.
Männliche Blüthen 130.
Männliche Zellen 74.
Magnesium 49. 54.
Magnolia 192.
Magnoliaceae 192.
Majanthemum 172.
Maiglöckchen 172.
Majoran 223.
Mais 168.
Makrosporangien 114.
Makrosporen 114. 132.
Malva 202.
Malvaceae 202.
Malzbereitung 57.
Mamillaria 209.
Mandelbaum 214.
Mangan 49.
Manglesia 210.
Manihot 196.
Mannaesche 218.
Maranta 175.
Marattia 149.
Marattiaceae 115. 119.
Marchantia 108.
Marchantieae 108.
Mark 22.
Markkrone 26.
Markscheide 26.
Markstrahlen 27.
Markverbindungen 22.
Marsilia 121.
Marsiliaceae 121.
Massholder 205.
Matricaria 227.
Matthiola 194.
Maulbeerbaum 184.
Maximum 70.
Mechanische Wirkungen des Lichts 72.
Mediane des Blattes 37.
Medianschnitt 147.
Medicago 215.
Meerrettig 194.
Mehlthau 98.
Mehrfährige Pflanzen 130.
Meisterwurz 207.
Melaleuca 212.
Melampyrum 221.
Melanophyceen 82. 88.
Melanthaceae 170.
Melastoma 212.
Melastomaceae 211.
Meliaceae 201.
Melone 225.
Melosira 83.
Membran 1. 4.
Menispermaceae 179. 192.
Mentha 223.
Menyanthes 219.
Mercurialis 196.
Mericarpium 153.
Meristem 18.
Merulius 95.
Mesembryanthemeae 209.
Mesembryanthemum 209.
Mesocarp 153.
Mesophyll 38.
Mespilus 213.
Metamorphose 38.
Metzgeria 109.
Mikranthae 161. 164.
Mikropyle 127.
Mikrosporangien 114.
Mikrosporen 114. 132.
Milchsaftgefäße 16. 29.
Milchzellen 29.
Mimosa 69. 214.
Mimoseae 214.
Minimum 70.
Minze 223.
Mirabilis 197.
Mispel 213.
Mistel 189.
Mittellamelle 15.
Mohn 29. 193.
Monadelphie Staubfäden 140.
Monocarpische Blüthen 142.
Monocarpische Pflanzen 130.
Monochlamydeae 181. 187.
Monocotyledonen 78. 130. 159.
 - **Fibrovasalstränge** 23. 24.
Monoecische Blüthen 130.
Monomere Fruchtknoten 143.
Monopodium 42.
Monosymmetrisch 148.
Monotropa 217.
Monotropeae 217.
Moosbeere 218.
Moosblüthen 104.
Moose 103.
Morchella 99.
Moreae 184.
Morus 184.
Mougeotia 83.
Mucor 91.
Mundbesatz 111.
Musa 174.
Musaceae 174.
Muscari, Achselknospen 36.
Muscatblüthe 193.
Muscatnuss 193.
Musci 77. 107. 110.
Muscineen 77. 103.
Mutterkorn 98.
Mutterzelle 11.
Mycelium 89.
Myosotis 225.
Myrica 19. 187.
Myricaria 207.
Myriceae 187.
Myriophyllum 211.
Myristica 193.
Myristiceae 192.
Myroxylon 215.
Myrrhe 204.
Myrsineae 216.
Myrtaceae 212.
Myrtiflorae 182. 211.
Myrtus 212.
Myxomyceten 90. 102.
Nabelstrang 127.
Nachtschatten 220.
Nachtstellung 69.
Nadelhölzer 134.
 - **Harz** 31.
 - **Holzzellen** 16.
 - **Krystalle** 11.
Nagel 138.
Naiadeae 162.
Naias 162.
Namen der Pflanzen 79.
Narbe 142. 144.
Narcissus 173.
Nasturtium 194.
Nath 128.
Natrium 49. 55.
Natürliches System 76.
Navicula 83.
Nebenblätter 40.
Nebenkrone 41. 138.
Nebenproducte des Stoffwechsels 52.
Nebenwurzeln 34.
Neckera 112.
Nectarien 30. 145.
Nectria 98.
Nelke 198.
Nelumbieae 190.
Nelumbium 190.
Neottia 176.
Nepentheae 187.
Nepenthes 188.
Nerium 219.
Nervatur 38.
Netzförmige Verdickung 5.
Netzgefäße 23.
Neuseeländischer Flachs 172.
Nickel 50.
Nicotiana 220.
Nidularieae 96.
Niederblätter 38.
Nieswurz 191.
Nigella 191.
Nitella 86.
Nopalea 209.
Nostoc 82. 99.
Nucamentaceae 195.
Nucleus 127.
Nuphar 190.
Nuss 154.
Nutationen 66.
Nux 154.
Nyctagineae 197.
Nymphaea 290.
 - **Lacunen** 16.
Nymphaeaceae 190.
Nymphaeinae 181. 190.
Oberhaut 18.
Oberständig 142.

- Ochrea 196.
 Oedogonieae 81. 85.
 Oedogonium 12. 14. 85.
 Öffnen der Blüten 68.
 Ölbaum 218.
 Öle 48.
 Ölpalme 166.
 Oenothera 211.
 Offene Fibrovasalstränge 23.
 Oidium 98.
 Olea 218.
 Oleaceae 218.
 Oleander 219.
 Olyreae 168.
 Onagrariaceae 211.
 Oncidium 177.
 Onobrychis 215.
 Oogonium 85. 86. 88. 92.
 Oospore 81. 85. 86. 87. 92.
 Ophioglosseae 115. 119.
 Ophioglossum 120.
 Ophrys 176.
 Opium 29. 193.
 Opponirt 46.
 Optimum 70.
 Opuntia 209.
 Opuntiae 182. 209.
 Orange 155. 201.
 - , Öldrüsen 30.
 Orchideae 175.
 - , Luftwurzeln 34.
 Orchis 176.
 Ordines 78.
 Ordnungen 78.
 Organische Stoffe 48.
 Origanum 223.
 Orobanche 221.
 Orobancheae 221.
 Orobus 215.
 Orontiaceae 165.
 Orthostiche 45.
 Orthotrichum 112.
 Orthotrope Samenknospen 127.
 Oryza 168.
 Oscillaria 82.
 Osmunda 117. 119.
 Osmundaceae 118.
 Oxalideae 203.
 Oxalis 69. 150. 203.
 Oxalsaurer Kalk 53.
 Paeonia 192.
 Paeonieae 192.
 Palea 167. 225.
 Palmae 166.
 Palmellaceen 81. 82. 99.
 Palmen 166.
 - Blätter 160.
 Palmenöl 166.
 Panax 208.
 Pandaneae 165.
 Pandanus 165.
 Panicula 157.
 Papaver 193.
 Papaveraceae 193.
 Papayaceae 200.
 Papiermaulbeerbaum 184.
 Papilionaceae 215.
 Pappel 186.
 Pappus 226.
 Papyrus 169.
 Paracorolla 138.
 Paraguaythee 206.
 Paranuss 212.
 Paraphysen 89. 105. 117.
 Parasiten 88.
 Parastichen 46.
 Paratropia 208.
 Parenchym 17. 52.
 Parenchymstrahlen 27.
 Parietales 182. 199.
 Paris 172.
 Parmelia 101.
 Parnassia 208.
 Paronychieae 198.
 Passiflora 200.
 Passifloreae 200.
 Passionsblume 200.
 Pastinaca 207.
 Patchouly 223.
 Paulinia 205.
 Paulownia 221.
 Pedicularis 221.
 Pedunculus 138.
 Pelargonium 203.
 Pellia 109.
 Peltigera 101.
 Penicillium 97.
 Peperomia, mehrschichtige Epidermis 19.
 Perianthium 105. 129.
 Pericambium 27. 34.
 Pericarpium 153.
 Periderm 21.
 Perigon 129. 138.
 Perigynae 182. 209.
 Perigyne Blüten 142.
 Periode des Wachstums 69.
 Perisperm 129. 152.
 Peristom 111.
 Perithecium 98. 100.
 Peronospora 92.
 Peronosporae 90. 92.
 Persica 214.
 Perubalsam 215.
 Perückenstrauch 204.
 Petala 138.
 Petasites 226.
 Petersilie 207.
 Petiolus 39.
 Petroselinum 207.
 Peucedanum 207.
 Peziza 14. 99.
 Pfaffenkäppchen 206.
 Pfahlwurzel 34.
 Pfeffer 183.
 Pfeilkraut 163.
 Pfingstrose 192.
 Pfirsich 214.
 Pflaume 155. 214.
 Phajus 177.
 Phanerogamen 78. 126.
 Phascaceae 110.
 Phascum 111.
 Phaseolus 215.
 Phellogen 21.
 Philadelphae 212.
 Philadelphus 212.
 Philodendron 165.
 Phloem 22. 52.
 Phloemparenchym 23.
 Phoenix 166.
 Phormium 172.
 Phosphor 49. 53.
 Phosphorescenz 57.
 Phosphorsäure 53.
 Phragmites 168.
 Phucagrostis 162.
 Phycochromaceae 81. 82. 99.
 Phyllades 38.
 Phyllanthus 196.
 Phyllocactus 209.
 Phyllocladus 135.
 Phylloglossum 124.
 Physalis 220.
 Phytelephas 166.
 Phyteuma 225.
 Phytolacca 179. 197.
 Phytolaccaceae 197.
 Pili 41.
 Pilularia 121.
 Pilze 77. 88.
 Pimpinella 207.
 Pinguicula 216.
 Pinie 136.
 Pinnularia 83.
 Pinus 135. 136.
 Piper 183.
 Piperaceae 179. 183.
 Piperinae 181. 183.
 Pirula 217.
 Pirulaceae 217.
 Pirus 213.
 Pisang 174.
 Pistacia 204.
 Pistia 165.
 Pistiaceen 165.
 Pisum 215.
 Pittosporeae 206.
 Pittosporum 206.
 Placenta 144.
 Plagiochila 109.
 Plantagineae 216.
 Plantago 79. 216.
 Plasmodium 102.
 Plataneae 185.
 Platanus 185.
 - , Borke 185.
 Platte 138.
 Pleomorphismus 89.
 Pleurocarpische Moose 112.
 Pleurococcus 82.

- Plocamium 88.
 Plumbagineae 216.
 Plumbago 216.
 Plumula 129.
 Poa 168.
 Podium 42.
 Pogostemon 223.
 Polemoniaceae 220.
 Polemonium 220.
 Pollen 131. 141.
 Pollenbildung 12.
 Pollenkörner 75. 126.
 Pollenmassen 141.
 Pollensäcke 126. 141.
 Pollenschlauch 127. 141.
 Pollinodium 97.
 Polycarpicae (Monocotyl.) 161. 162.
 Polycarpicae (Dicotyl.) 181. 190.
 Polycarpische Blüten 142.
 Polycarpische Pflanzen 130.
 Polygala 205.
 Polygaleae 205.
 Polygam 130.
 Polygoneae 196.
 Polygoninae 182. 196.
 Polygonum 196.
 Polymere Fruchtknoten 143.
 Polypodiaceae 119.
 Polypodium 119.
 Polyporus 94. 95.
 Polysymmetrisch 148.
 Polytrichum 112.
 Pomaceae 213.
 Pontederia 172.
 Pontederiaceae 172.
 Populus 186.
 Porenkapsel 155.
 Porre 172.
 Portulaca 198.
 Portulacaceae 197.
 Posidonia 162.
 Potamogeton 162.
 Potamogetoneae 162.
 Potentilla 213.
 Poterium 214.
 Praefoliatio 36.
 Preisselbeere 218.
 Primäre Rinde 27.
 Primärer Bast 26.
 Primäres Holz 26.
 Primordialschlauch 6.
 Primordialzellen 3.
 Primula 150. 216.
 Primulaceae 216.
 Primulinae 182. 215.
 Prophylla 138.
 Prosenchym 17.
 Protandrisch 149.
 Protea 211.
 Proteaceae 210.
 Proteinkörner 7. 52.
 Proteinstoffe 51.
 Prothallium 113. 116. 132.
 Protogyn 149.
 Protonema 103.
 Protoplasma 1. 6.
 Prunus 214.
 Pseudopodium 110.
 Psilotum 124.
 Pteris 119.
 Puccinia 93. 94.
 Pulmonaria 150.
 Punica 212.
 Pyrenomyceten 98.
 Pyrethrum 227.
 Pyxidium 155.
 Quassia 204.
 Quercus 186.
 Quirl 33. 43.
 Quitte 213.
 Quittenschleim 6.
 Racemöse Verzweigung 42. 156.
 Racemus 157.
 Radicula 129.
 Radula 109.
 Rafflesia 188.
 Rafflesiaceae 188.
 Rainfarn 227.
 Randständig 144.
 Ranken 37. 67.
 Ranunculaceae 190.
 Ranunculeae 191.
 Ranunculus 191.
 Raps 194.
 Ratanhiawurzel 205.
 Raute 204.
 Reboulia 109.
 Receptaculum 212. 225.
 Regelmässige Blüten 148.
 Reihen 78.
 Reineclaude 214.
 Reis 168.
 Reizbewegungen 68.
 Rennthiermoos 102.
 Reseda 199.
 Resedaceae 199.
 Reservestoffe 51.
 Restiaceen 170.
 Rettig 195.
 Revolutive Nutation 66.
 Rhabarber 196.
 Rhamneae 206.
 Rhamnus 206.
 Rhaphanus 195.
 Rhaphe 128.
 Rhaphiden 11. 29.
 Rheum 196.
 Rhexia 212.
 Rhinanthus 221.
 Rhipsalis 209.
 Rhizanthaeae 181. 188.
 Rhizocarpeae 114. 115. 120.
 Rhizocarpon 101.
 Rhizom 37.
 Rhododendron 217.
 Rhus 204.
 Ribes 209.
 Riccia 108.
 Riccieae 108.
 Richardia 165.
 Ricinus 196.
 - fettes Öl 8.
 Riedgras 169.
 Riefen 122. 207.
 Rillen 122.
 Rinde 22.
 Ring 118. 122.
 Ringförmige Verdickung 5.
 Ringgefässe 23.
 Rispe 157.
 Rispengras 168.
 Rittersporn 191.
 Rivularia 82.
 Robinia 69.
 Roccella 101.
 Röstelia 94.
 Roggen 168.
 - Stärke 10.
 Rohrkolben 166.
 Rohrzucker 11.
 Rosa 213.
 Rosaceae 213.
 Rosiflorae 182. 212.
 Rosmarinus 223.
 Rosskastanie 30. 205.
 Rostellum 176.
 Rostpilze 93.
 Rotation 7.
 Rothbuche 186.
 Rothe Rübe 197.
 Rothkraut 194.
 Rothtanne 136.
 Rubia 223.
 Rubiaceae 223.
 Rubus 213.
 Rüben 27. 34.
 Rumex 196.
 Runkelrübe 11. 197.
 Ruscus 172.
 Ruta 204.
 Rutaceae 204.
 Saccharomyces 91.
 Saccharum 168.
 Säulchenflechte 101.
 Säuren 11. 48. 53.
 Saflor 227.
 Safran 173.
 Sagina 198.
 Sagittaria 163.
 Sago 166.
 Sagus 166.
 Salbei 140. 223.
 Salep 176.
 Saliceae 186.
 Salisburya 134.
 Salix 152. 186.
 Salpetersaure Salze 53.
 Salsola 197.
 Salvia 223.

- Salvinia 120.
 Salviniaceae 120.
 Sambucus 224.
 Same 78. 126.
 Samenknope 126. 127. 144.
 Samenlappen 129.
 Samenmantel 129.
 Samenschale 126.
 Sammelfrucht 153.
 Sandarac 137.
 Sanddorn 210.
 Sandelholz 188.
 Sanguisorba 214.
 Sanguisorbeae 213.
 Santalaceae 188.
 Santalinae 184. 188.
 Santalum 188.
 Sapindaceae 179. 205.
 Sapindus 205.
 Saponaria 198.
 Sapoteae 217.
 Saprolegnieae 90. 91.
 Saprophyten 88.
 Sarsaparilla 172.
 Sassafras 192.
 Satureia 223.
 Saubohne 215.
 Sauerampfer 196.
 Sauerdorn 193.
 Sauerklee 203.
 Sauerstoff 49.
 - , Aufnahme 56.
 Saugwurzeln 34.
 Saurureae 183.
 Saxifraga 208.
 Saxifragaceae 208.
 Saxifraginae 182. 208.
 Scabiosa 224.
 Scammonium 219.
 Scapus 156.
 Schachtelhalme 122.
 - hohle Stengel 16.
 Schachtelhalme, Kiesel-
 säure 6.
 Schafgarbe 227.
 Schaft 156.
 Schalotte 172.
 Scheibenpilze 99.
 Scheide 39.
 Scheinaxe 42. 43.
 Scheinfrucht 153.
 Scheinquirl 44.
 Scheitelzelle 34.
 Scheuchzeria 163.
 Schichtung der Zellhaut 5.
 Schierling 207.
 Schiffchen 215.
 Schildchen 159.
 Schilf 168.
 Schimmelpilze 91. 97.
 Schizaeaceae 118.
 Schizomyceten 90.
 Schlauch (der Pilze) 14. 89.
 Schlauch d. Carexfrucht 169.
 Schlauchgefäße 29.
 Schlauchsporen 12. 89.
 Schleierchen 117.
 Schleimpilze 102.
 - , Krystalle 10.
 Schleuderzellen 106.
 Schliessen der Blüthen 68.
 Schliessfrüchte 154.
 Schliesszellen 19.
 Schlingende Stämme 37.
 Schlingpflanzen 66.
 Schlüsselblume 216.
 Schmarotzer 51. 88.
 Schneeball 224.
 Schneebeere 224.
 Schneeglöckchen 173.
 Schnittlauch 172.
 Schöllkraut 193.
 Schötchen 194.
 Schote 154. 194.
 Schraubel 43. 158.
 Schuppen 38.
 Schuppenwurz 221.
 Schutzscheide 28.
 Schwärmsporen 12. 80. 89.
 Schwarzwurzel 29. 227.
 Schwefel 49. 53.
 Schwerkraft 65. 73.
 Schwertlilie 173.
 Schwingelgras 168.
 Scilla 172.
 Scirpeen 169.
 Scirpus 169.
 Scitamineae 162. 174.
 Scleranthus 198.
 Sclerotium 98. 99.
 Scolopendrium 119.
 Scorzonera 227.
 Scrophularia 221.
 Scrophularineae 221.
 Scutellum 159.
 Secale 168.
 Secundärer Bast 26.
 Secundäres Holz 26.
 Secundäre Rinde 26.
 Sedum 209.
 Seegrass 162.
 Seerose 190.
 Segment 32.
 Seidelbast 210.
 Seifenwurz 198.
 Seitenwurzeln 34.
 Seitlich 156.
 Selagineae 223.
 Selaginella 115. 125.
 Selaginelleae 114. 116. 124.
 Selago 223.
 Selbstbestäubung 148.
 Seleri 207.
 Sempervivum 209.
 Senecio 227.
 Senecionideae 227.
 Senegalgummi 214.
 Senegawurzel 205.
 Senf 194.
 Sennesblätter 214.
 Sepala 138.
 Septicid 155.
 Septifrag 155.
 Series 78.
 Serpentariae 181. 187.
 Sesamum 221.
 Setae 41.
 Sexuelle Fortpflanzung 74.
 Sida 202.
 Siebplatten 16.
 Siebröhren 23.
 Silene 198.
 Sileneae 198.
 Silicium 49. 54.
 Silicula 194.
 Siliculosae 194.
 Siliqua 154. 194.
 Siliquosae 194.
 Simarubeae 204.
 Simultane Quirl 33.
 Sinapis 194.
 Sinnpflanze 214.
 Siphoneae 81. 85.
 Siphonia 196.
 Sisymbrieae 194.
 Sisymbrium 194.
 Sklerenchym 17. 28.
 Smilax 172.
 Solaneae 220.
 Solanum 220.
 Sonnenrose 8. 227.
 Sonnentau 200.
 Sorbus 213.
 Soredien 100.
 Sorus 117.
 Spadiciflorae 161. 164.
 Spadix 157. 164.
 Spaltöffnungen 19. 59. 61.
 Spanischer Pfeffer 220.
 Spannungen 64.
 Sparganium 165.
 Spargel 172.
 Spatha 157. 164.
 Species 78.
 Spelt 168.
 Spelzen 167.
 Spergula 198.
 Spermarien 89.
 Spermatozoiden 75. 85. 87.
 88. 104. 113.
 Spermogonien 89. 94. 100.
 Sphacelaria 88.
 Sphaeriaceae 98.
 Sphagnaceae 110.
 Sphagnum 110.
 Spica 156.
 Spicula 167.
 Spiegelfasern 27.
 Spinacia 197.
 Spinae 37.
 Spinat 197.
 Spiraea 212.

- Spiraeaceae 212.
 Spirale der Blattstellung 45.
 Spiralgefäße 23.
 Spiralige Verdickung 5.
 Spirogyra 12. 13. 15. 80.
 Spirre 158.
 Sporangien 91. 102. 114. 117.
 Sporen 74. 106. 114.
 Sporenbildung 12.
 Sporogonium 105.
 Spreite 39.
 Spreuschuppen 20. 117. 225.
 Springfrüchte 154.
 Spross 35.
 Squamae 38.
 Stachelbeere 209.
 Stacheln 41.
 Stachys 223.
 Stärke 9. 48. 50. 51.
 Stärkecellulose 9.
 Stärkekörner 9.
 Stamina 139.
 Staminodien 141.
 Stamm 32. 35. 37.
 Stammeigene Stränge 35.
 Stammranken 37.
 Stapelia 219.
 Staphylea 206.
 Staphyleaceae 206.
 Statice 216.
 Staubbeutel 139.
 Staubblätter 139.
 Staubfäden 139.
 Staubgefäße 126. 139.
 Staubkolben 139.
 Staubpilze 96.
 Stauden 130.
 Staurostrum 83.
 Stechapfel 220.
 Stechpalme 206.
 Steinbrech 208.
 Steinfrucht 155.
 Steinzellen 28.
 Stellaria 198.
 Stellungsverhältnisse der
 Blüthentheile 145.
 Stengel 37.
 Stenocarpus 211.
 Sterculiaceae 202.
 Sterigma 89. 94.
 Sternanis 192.
 Stickstoff 49. 53.
 Sticta 101. 102.
 Stiel 39.
 Stielchen 40.
 Stigeoclonium 12.
 Stinkbrand 92.
 Stipulae 40.
 Stoffwechsel 51.
 Stolones 37.
 Storax 217.
 Stränge 22.
 Strangscheide 24. 28.
 Stratiotes 164.
 Strauch 130.
 Strauchflechten 101.
 Streifung der Zellhaut 5.
 Stroma 98.
 Strontium 50.
 Strychnos 219.
 Stützblatt 36.
 Styraceae 217.
 Styrax 217.
 Subgenus 79.
 Succedane Quirl 33.
 Süssholz 215.
 Sumach 204.
 Sumpfcypresse 137.
 Sumpfdotterblume 194.
 Swietenia 201.
 Symmetrie 147.
 - des Blattes 37.
 Symphoricarpus 224.
 Sympodium 42.
 Synandrae 183. 225.
 Syncarpium 153.
 Synonym 79.
 Syringa 218.
 Tabak 220.
 Tacca 173.
 Taccaceae 173.
 Tagstellung 69.
 Tamarindus 214.
 Tamariscineae 206.
 Tamarix 207.
 Tanacetum 227.
 Tannenwedel 189.
 Tapioca 196.
 Taraxacum 9. 227.
 Taubenessel 223.
 Tausendguldenkraut 219.
 Taxineen 134.
 Taxodium 137.
 Taxus 134.
 Teleutosporen 94.
 Terebinthaceae 31. 204.
 Terebinthinae 182. 203.
 Terminal 156.
 Ternströmiaceae 201.
 Terra Orellana 199.
 Tetracycliae 181. 195.
 Tetradyname Staubfäden
 141.
 Tetraxis 111. 112.
 Tetrastoren 88.
 Thalictrum 194.
 Thallophyten 77. 80.
 Thallus 32. 41.
 Thea 201.
 Theilfrucht 153.
 Theilungsgewebe 48.
 Theobroma 202.
 Theoretisches Diagramm
 146.
 Thesium 188.
 Thlaspi 194.
 Thuja 137.
 Thuidium 112.
 Thymelaeaceae 210.
 Thymelacinae 182. 210.
 Thymian 223.
 Thymus 223.
 Tilia 202.
 Tiliaceae 202.
 Tilletia 92.
 Tmesipteris 124.
 Tochterzelle 12.
 Tofieldia 170.
 Tollkirsche 220.
 Tonkabohne 215.
 Torfmoose 110.
 Torsionen 68.
 Torus 137.
 Tradescantia 170.
 Tragantgummi 53. 215.
 Tragopogon 227.
 Transitorische Stärkebil-
 dung 52.
 Transpiration 58.
 Trapa 211.
 Trapeae 211.
 Traube 157.
 Traubenkrankheit 98.
 Traubenzucker 11.
 Treppenformige Verdickung
 5.
 Treppengefäße 23.
 Tribus 78.
 Trichia 103.
 Trichogyne 88.
 Trichomanes 118.
 Tricoccae 182. 195.
 Trifolium 215.
 Triglochin 163.
 Triticum 168.
 Trockensubstanz 48.
 Trollius 194.
 Trompetenbaum 221.
 Tropaeoleae 203.
 Tropaeolum 203.
 Trüffel 98.
 Tuber (Knollen) 37.
 Tuber (Trüffel) 98.
 Tuberaceae 98.
 Tubiflorae 183. 219.
 Tubuliflorae 226.
 Tüpfel 5. 16.
 Türkenbund 172.
 Tulipa 172.
 Tulpe 172.
 Tulpenbaum 192.
 Turpethum 219.
 Tussilago 226.
 Typha 166.
 Typhaceae 165.
 Ulmaceae 184.
 Ulme 21. 184.
 Ulmus 184.
 Ulothrix 84.
 Ulva 84.
 Ulvaceae 84.
 Umbella 157. 158.

- Umbelliferae 207.
 Umbelliflorae 182. 207.
 Umbellula 157. 158.
 Umgewendete Samenknospen 128.
 Ungeschlechtliche Fortpflanzung 74.
 Unregelmässige Blüthen 148.
 Untergattung 79.
 Unterständiger Fruchtknoten 142.
 Uredineae 90. 93.
 Uredo 94.
 Urgewebe 18. 31. 63.
 Urmeristem 18. 31. 63.
 Uromyces 94.
 Urocystis 93.
 Urtica 184.
 Urticeae 6. 10. 184.
 Urticinae 181. 183.
 Usnea 101. 102.
 Ustilagineae 90. 92.
 Ustilago 93.
 Utricularia 216.
 Vaccinieae 218.
 Vaccinium 218.
 Vacuolen 2. 6.
 Vagina 39.
 Valeriana 224.
 Valerianeae 224.
 Valerianella 224.
 Valleculae 207.
 Vallisneria 164.
 Vanda 177.
 Vanilla 177.
 Varietäten 79.
 Vaucheria 12. 84. 85.
 Vegetationspunct 31. 63.
 Vegetative Vermehrung 74.
 Veilchen 199.
 Veilchenwurzel 173.
 Veratrum 170.
 Verbasceae 221.
 Verbascum 221.
 Verbena 223.
 Verbenaceae 223.
 Verdoppelung 146.
 Verdunstung 58.
 Vergissmeinnicht 220.
 Verholzung der Zellhaut 6.
 Verjüngung der Zelle 12.
 Verkorkung der Zellhaut 6.
 Vermehrung 74.
 Vernatio 36.
 Vernonia 226.
 Vernoniaceae 226.
 Veronica 221.
 Verschleimung d. Zellhaut 6.
 Verzweigte Staubfäden 140.
 Verzweigung 41.
 Verzweigungssysteme 41.
 Vibrio 90.
 Viburnum 224.
 Vicia 178. 215.
 Victoria 190.
 Vieltheilung der Zelle 12.
 Viermächtige Staubfäden 141.
 Viertheilung der Zelle 12.
 Vinca 219.
 Vincetoxicum 219.
 Viola 199.
 Violarieae 199.
 Viscum 189.
 Vitis 206.
 Vogelbeerbaum 213.
 Volvocineen 84.
 Vorblätter 138.
 Vorkeim 103.
 Vorspelze 167.
 Wachholder 137.
 Wachs 19.
 Wachsblume 219.
 Wachsthum 62.
 Wärme 64. 70.
 Wärmebildung 57.
 Wahlvermögen 56.
 Waid 195.
 Waldmeister 223.
 Waldrebe 191.
 Wallnuss 186.
 Wandspaltig 154.
 Wassergehalt 48.
 Wasserlinse 162.
 Wassernuss 211.
 Wasserpest 164.
 Wasserschieferling 207.
 Wasserstoff 49. 53.
 Wasserströmung im Holz 59.
 Wau 199.
 Weberdistel 224.
 Wegerich 216.
 Weibliche Blüthen 130.
 Weibliche Zellen 74.
 Weichbast 23.
 Weichsel 214.
 Weide 186.
 Weiderich 211.
 Weihnachtsblume 191.
 Weinstock 206.
 Weissbuche 185.
 Weisse Rübe 194.
 Weisskraut 194.
 Weisstanne 136.
 Weizen 168.
 Weizenstärke 10.
 Welwitschia 137.
 Wermuth 227.
 Wetterblume 227.
 Weymouthskiefer 136.
 Wickel 43. 158.
 Wiesendistel 227.
 Wilder Wein 9. 206.
 Winde 219.
 Windende Stämme 37.
 Wirsing 194.
 Wolfsmilch 196.
 Wollgras 169.
 Wucherblume 227.
 Wurmfarne 149.
 Wurmsame 227.
 Wurzel 32. 33.
 - Fibrovasalstränge 27.
 Wurzeldruck 60.
 Wurzelhaare 20.
 Wurzelhaube 31. 33.
 Wurzelscheide 34.
 Wurzelstock 37.
 Xylaria 98.
 Xylem 22.
 Xyrideae 170.
 Yamswurzel 173.
 Yucca 160. 172.
 Zamia 133.
 Zapfen 135.
 Zaunrübe 225.
 Zea 168.
 Zelle 1. 3.
 Zellenpflanzen 78.
 Zellfläche 14.
 Zellfusionen 4. 16.
 Zellhaut 1. 4.
 Zellkern 1. 6.
 Zellkörper 15.
 Zellreihe 14.
 Zellsaft 2. 11.
 Zellwand 1. 4.
 Zerstreute Stellung 43.
 Zimmet 192.
 Zingiber 174.
 Zingiberaceae 174.
 Zink 50. 55.
 Zirbelkiefer 136.
 Zittergras 168.
 Zittwer 175.
 Zizyphus 206.
 Zoosporeae 81. 84.
 Zucker 48. 51.
 Zuckerrohr 11. 168.
 Zuckerrübe 197.
 Zünfte 78.
 Zweibrüderig 140.
 Zweig 37.
 Zweigeschlechtig 129.
 Zweihäusig 130.
 Zweijährig 130.
 Zweimächtig 141.
 Zwergmännchen 86.
 Zwetschge 214.
 Zwiebel 37. 172.
 Zwischenzellräume 16.
 Zwitterblüthen 129.
 Zygema 83.
 Zygemaceae 83.
 Zygomorph 148.
 Zygomyceten 90. 94.
 Zygomyceteen 203.
 Zygosporangium 13. 94.

$$\frac{67 \times 7}{12} = \frac{461^{49}}{12} = 38 \frac{1}{12} \frac{1}{6}$$

F. X. BEER
kgl. Hofbuchbinder
MÜNCHEN
Lederergasse 25

fabrik

Prantl, Karl, 1849-1893

Lehrbuch der Botanik für Mittelschulen

Leipzig 1874

Phyt. 533 s

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11189921-9